



(19)

(11) Publication number: 2000151652 A

Generated Document.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(21) Application number: 11277577

(51) Intl. Cl.: H04L 12/28 H04L 12/66

(22) Application date: 29.09.99

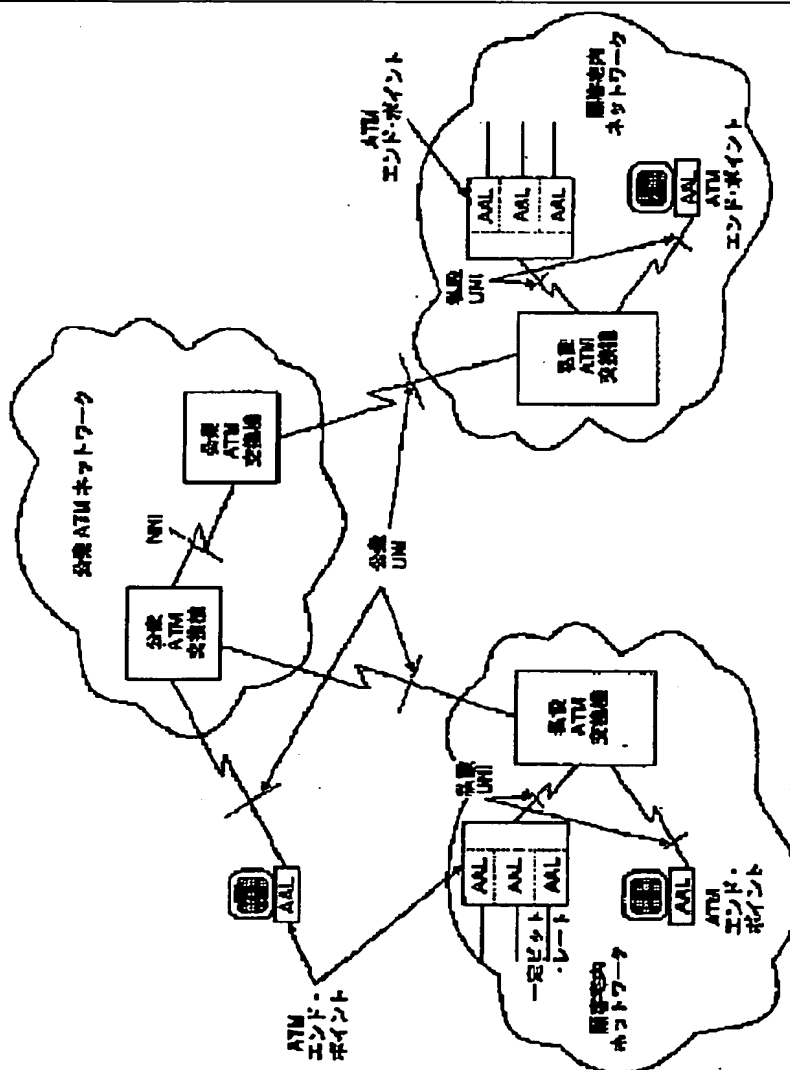
| | | |
|--|-------------------------|--|
| (30) Priority: | 10.11.98 EP 98 98480078 | (71) Applicant: INTERNATL BUSINESS MACH CORP <IBM> |
| (43) Date of application publication: | 30.05.00 | (72) Inventor: BASSO CLAUDE FICHO ALINE GALAND CLAUDE NICOLAS LAURENT |
| (84) Designated contracting states: | | (74) Representative: |

(54) METHOD, SYSTEM AND
NETWORK FOR DYNAMICALLY
ADJUSTING BANDWIDTH FOR
CONSECUTIVE BIT RATE
VIRTUAL PATH CONNECTION

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a system and its method by which a bandwidth of a consecutive bit rate virtual path connection set up between a source node and a destination node is dynamically adjusted in a packet or cell exchange network comprising a transmission link and a plurality of interconnected nodes.

SOLUTION: The network defines a bandwidth management server that accesses information relating to a network node and a transmission link. This server receives indication relating to an initial bandwidth reserved for connection every time virtual path connection or virtual channel connection is set up on the network. The server detects and uses in common the bandwidth available on the transmission link between consecutive bit rate virtual path connections whose bandwidth is adjustable in the consecutive or periodic mode and decides new bandwidth to each connection. A source node is informed of it every time new bandwidth is calculated and adjusts the bandwidth of the consecutive bit rate virtual path connection whose bandwidth is adjustable accordingly.



COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-151652
(P2000-151652A)

(43)公開日 平成12年5月30日(2000.5.30)

| | | | |
|--------------------------|------|---------------|-------------------------|
| (51)Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テマコード [*] (参考) |
| H 0 4 L 12/28 | | H 0 4 L 11/20 | G |
| 12/66 | | | B |

審査請求 有 請求項の数16 O L (全 29 頁)

| | | | |
|-------------|-------------------------|---------|---|
| (21)出願番号 | 特願平11-277577 | (71)出願人 | 390009531 インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州アーモンク (番地なし) |
| (22)出願日 | 平成11年9月29日(1999.9.29) | (72)発明者 | クロード・パツソ フランス国ラ・コル・シュル・ルー、ルート・ドゥ・サン・ポール 689 |
| (31)優先権主張番号 | 9 8 4 8 0 0 7 8 . 9 | (74)代理人 | 100086243 弁理士 坂口 博 (外1名) |
| (32)優先日 | 平成10年11月10日(1998.11.10) | | |
| (33)優先権主張国 | ヨーロッパ特許庁 (E P) | | |

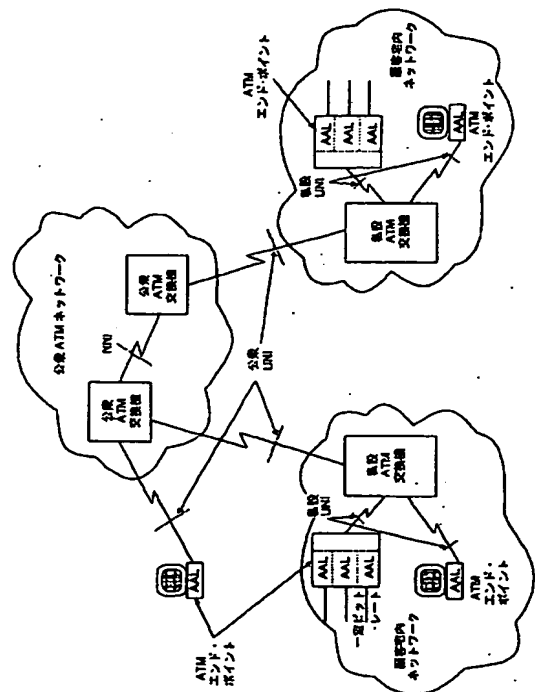
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 連続ビット・レート仮想バス接続の帯域幅を動的に調節するための方法、システム及びネットワーク

(57)【要約】

【課題】 伝送リンクと相互接続された複数のノードより成るパケット又はセル交換ネットワークで、ソース・ノード及び宛先ノードの間に確立された連続ビット・レート仮想バス接続の帯域幅を動的に調節するためのシステム及び方法の提供。

【解決手段】 ネットワークでは、ネットワーク・ノード及び伝送リンクに関する情報へのアクセスを有する帯域幅管理サーバが定義される。このサーバは、仮想バス接続又は仮想チャネル接続がネットワーク上に確立される度に、その接続のために予約された初期帯域幅に関する表示を通知される。サーバは、連続的又は周期的モード時に、帯域幅調節可能な連続ビット・レート仮想バス接続の間の伝送リンク上で使用可能である帯域幅を検出及び共用し、各接続に対して新しい帯域幅を決定する。ソース・ノードは、新しい帯域幅が計算される度に通知され、対応する帯域幅調節可能な連続ビット・レート仮想バス接続の帯域幅を調節する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 伝送リンクと相互接続された複数のノードを含むパケット又はセル交換ネットワークにおいてソース・ノード（ノード3）及び宛先ノード（ノード4）の間に確立された仮想バス接続、特に、連続ビット・レート（CBR）仮想バス接続の帯域幅を動的に調節するための方法にして、

ネットワーク・リソース、特に、特定の伝送リンクの利用及び予約に関する情報へのアクセスを有する帯域幅管理サーバを前記ネットワークにおいて定義するステップと、

仮想バス接続（j）又は仮想チャネル接続（j）が該接続（j）に対して予約された初期帯域幅に関する表示と共に前記ネットワーク上に確立される度に前記帯域幅管理サーバに通知するステップと、

連続モード又は周期モード時に、伝送リンク上で使用可能な帯域幅を計算し、前記ネットワーク上に確立された帯域幅調節可能な仮想バス接続（j）の間で前記帯域幅を共用し、これらの接続（j）に対する新しい帯域幅を決定するステップと、

帯域幅調節可能な仮想バス接続（j）に関して、既に予約された帯域幅とは異なる新しい帯域幅を前記帯域幅管理サーバがいつ計算するかを前記ソース・ノードに通知するステップと、

前記帯域幅管理サーバから受け取った前記新しい帯域幅に従って前記帯域幅調節可能な仮想バス接続（j）の帯域幅を調節するステップと、
を含むことを特徴とする方法。

【請求項2】 前記帯域幅管理サーバに通知するステップは、

前記ソース・ノードにおいて、仮想バス接続（j）又は仮想チャネル接続（j）が確立される度に、確立時に予約された帯域幅に対応する初期帯域幅（ $B I_j$ ）値を前記帯域幅管理サーバに送るステップと、

前記帯域幅管理サーバにおいて、前記初期帯域幅（ $B I_j$ ）値を受け取るステップとを含み、

前記使用可能な帯域幅を計算するステップは、各帯域幅調節可能な仮想バス接続（j）に関して及び前記接続バスに沿った各リンク（k）に関して、使用可能なマージナル帯域幅（ $B M_{j,k}$ ）を決定するステップと、

各帯域幅調節可能な仮想バス接続（j）に関して、前記接続バスに沿った前記使用可能なマージナル帯域幅の最小値（ $\min_k (B M_{j,k})$ ）に等しい新しいマージナル帯域幅（ $new_B M_j$ ）を決定するステップと、
を含む、

前記ソース・ノードに通知するステップは、各帯域幅調節可能な仮想バス接続（j）に関して、既に予約された前記マージナル帯域幅（ $B M_j$ ）よりも大きい又は小さい新しいマージナル帯域幅（ $new_B M_j$ ）

$= \min_k (B M_{j,k})$ ）を有する新しい帯域幅（ $B I_j + B M_j$ ）を含む帯域幅調節リクエストを前記ソース・ノードに送るステップを含み、

前記帯域幅を調節するステップは、前記ソース・ノードにおいて、

前記帯域幅調節可能な仮想バス接続（j）に割り振られた新しい帯域幅（ $B I_j + new_B M_j$ ）を含む帯域幅調節リクエストを前記帯域幅管理サーバから受け取るステップと、

前記新しい帯域幅（ $B I_j + new_B M_j$ ）に従って前記帯域幅調節可能な仮想バス接続（j）の帯域幅を調節するステップと、を含む、

請求項1に記載の方法。

【請求項3】 前記使用可能なマージナル帯域幅（ $B M_{j,k}$ ）を決定するステップは、

リンク（k）における現在の又は予測される使用可能な帯域幅を決定するステップと、

リンク（k）において確立された帯域幅調節可能な仮想バス接続（j）の間で前記使用可能な帯域幅を前記初期帯域幅（ $B I_j$ ）に従って共用することによって使用可能なマージナル帯域幅（ $B M_{j,k}$ ）を決定するステップと、

を含む、請求項1又は請求項2に記載の方法。

【請求項4】 前記新しいマージナル帯域幅（ $new_B M_j$ ）を帯域幅調節可能な仮想バス接続（j）の現在のマージナル帯域幅（ $B M_j$ ）と比較するステップと、

前記新しいマージナル帯域幅（ $new_B M_j$ ）と前記現在のマージナル帯域幅（ $B M_j$ ）との間の差の絶対値が第1の事前定義された閾値を超えない帯域幅調節可能な仮想バス接続（j）に対して予約された現在の帯域幅（ $B I_j + B M_j$ ）を維持するステップと、

を更に含む、請求項1乃至請求項3のいずれか1つに記載の方法。

【請求項5】 前記ネットワークにおける帯域幅予約を最適化するために、

帯域幅調節可能な仮想バス接続（j）の新しいマージナル帯域幅（ $new_B M_j$ ）をそれらの初期帯域幅（ $B I_j$ ）と比較するステップと、

前記新しいマージナル帯域幅（ $new_B M_j$ ）と前記初期帯域幅（ $B I_j$ ）との間の差が第2の事前定義された負の値を超える帯域幅調節可能な仮想バス接続（j）を再経路指定するステップと、

を含むことを特徴とする、請求項1乃至請求項4のいずれか1つに記載の方法。

【請求項6】 前記ネットワークの伝送リンクの間で、帯域幅調節可能な仮想バス接続（j）に対して予約された帯域幅を平衡させるために、

各帯域幅調節可能な仮想バス接続（j）に関して、前記マージナル帯域幅（ $B M_j$ ）を前記初期帯域幅（ $B I_j$ ）と比較するステップと、

前記前記初期帯域幅 (BI_j) との比較において最低のマージナル帯域幅 (BM_j) を有する帯域幅調節可能な仮想バス接続 (j) を再経路指定するステップと、を含むことを特徴とする、請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか 1 つに記載の方法。

【請求項 7】前記帯域幅管理サーバは、前記ネットワークにおいて確立された各仮想チャネル接続 (j) 又は仮想バス接続 (j) に対して、前記予約された帯域幅に関する情報を持った接続割振りテーブル (CAT) と、各リンク (k) 上に確立された各帯域幅調節可能な仮想バス接続 (j) に対して、前記リンク (k) 上の使用可能なマージナル帯域幅に関する情報を持った各リンク (k) に特有のリンク割振りテーブル (LAT_k) と、を維持する、請求項 1 乃至請求項 6 のいずれか 1 つに記載の方法。

【請求項 8】前記接続割振りテーブル (CAT) は各仮想バス接続 (j) 又は仮想チャネル接続 (j) に対して、名前と、初期帯域幅 (BI_j) と、前記前記初期帯域幅 (BI_j) に加えて、前記帯域幅調節可能な仮想バス接続 (j) に割り振られた現在のマージナル帯域幅 (BM_j) と、前記接続 (j) が帯域幅調節可能な仮想バス接続であるか否かを識別するためのインディケータと、を含む、請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか 1 つに記載の方法。

【請求項 9】前記リンク割振りテーブル (LAT_k) の各々は前記リンク (k) 上に確立された各帯域幅調節可能な仮想バス接続 (j) に関して、名前と、前記リンク (k) 上に確立された帯域幅調節可能な仮想バス接続 (j) に対する前記リンク (k) 上のマージナル帯域幅 ($BM_{j,k}$) と、を含む、請求項 1 乃至請求項 8 のいずれか 1 つに記載の方法。

【請求項 10】前記パケット又はセル交換ネットワークはバックボーン・ネットワーク及び複数のアクセス・ネットワークを含み、各ネットワークは複数のノード及び伝送リンクを含み、前記帯域幅調節可能な仮想バス接続はバックボーン・ソース・ノード及びバックボーン宛先ノードの間における前記バックボーン・ネットワーク上に確立される、請求項 1 乃至請求項 9 のいずれか 1 つに記載の方法。

【請求項 11】前記バックボーン・ソース・ノード (ノード 3) 及び前記バックボーン宛先ノード (ノード 4) の間における前記バックボーン・ネットワーク上に確立された前記帯域幅調節可能な仮想バス接続をアクセスするためのインターフェースを前記アクセス・ネットワー

クに提供するための更なるステップを含み、前記アクセス・ネットワークのエンド・ノード (ノード 2) と、前記エンド・ノードが接続する前記帯域幅調節可能な仮想バス接続のバックボーン・ソース・ノード (ノード 3) との間に更なる帯域幅調節可能な仮想バス接続を確立するステップと、前記エンド・ノード (ノード 2) と前記バックボーン・ソース・ノード (ノード 3) との間で、前記バックボーン・ネットワークにおいて確立された前記帯域幅調節可能な仮想バス接続の調節された帯域幅を含むリソース管理セル (RMセル) を交換するステップと、前記帯域幅調節可能な仮想バス接続の調節された帯域幅に従って、前記更なる帯域幅調節可能な仮想バス接続の帯域幅を調節するステップと、を含む、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】前記パケット又はセル交換ネットワークは非同期転送モード (ATM) ネットワークである、請求項 1 乃至請求項 11 のいずれか 1 つに記載の方法。

【請求項 13】前記更なる帯域幅調節可能な仮想バス接続は ATM 可用ビット・レート仮想バス接続である、請求項 1 乃至請求項 12 のいずれか 1 つに記載の方法。

【請求項 14】前記パケット又はセル交換ネットワークはフレーム・リレー (FR) ネットワークである、請求項 1 乃至請求項 11 のいずれか 1 つに記載の方法。

【請求項 15】請求項 1 乃至請求項 14 のいずれか 1 つに記載の方法を実行するためのシステム。

【請求項 16】請求項 15 に記載のシステムを含むバックボーン・ネットワーク。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、パケット／セル交換ネットワーク又は ATM ネットワークに関するものであり、更に詳しく云えば、現在のネットワーク・リソース予約に従って連続ビット・レート仮想バス接続 (CBR VPC) の帯域幅を動的に調節するための方法及びシステムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】A. 高速通信ネットワーク
現在の通信ネットワークでは、種々のタイプのアプリケーションが同じ伝送媒体を共用しなければならず、ネットワーク機器は、指定されたサービスの質をそれらの各々に対して保証すると共にこれらの種々のサービスをサポートできなければならない。数年前には、音声及びデータは別々のネットワークを使用していたけれども、現在では、それらは同じリンクの帯域幅を共用している。最近の 3 年間に限っては、ATM (非同期伝送モード)、フレーム・リレー等のような伝送モードを定義するために、及び特定の伝送モードの中で、ネットワーク・アプリケーションに提供されるサービスを詳細に指定するために、標準的な有機体が作用している。ATM に

関しては、例えば、次のような4つの異なるサービス・カテゴリが存在し、ユーザは必要とされるサービスのタイプに基づいてそれらの1つを選択するであろう。

【0003】(a) 連続ビット・レート (CBR)

このサービスは、未圧縮の音声及び最高優先順位のアプリケーション (ビデオ) に対して意図される。このサービスに対して支払うべき価格は最高である。それは、予約される帯域幅が、このタイプのアプリケーションが放出し得る最大レート (ピーク・セル・レート: PCR) に対応するためである。これは、ネットワーク負荷条件がどのようなものであっても、最大セル転送遅延 (max CTD) 及びピーク・ツー・ピーク・セル遅延変動 (peak to peak CDV) に関して、サービスの質が保証されなければならない時に割り振るべき帯域幅である。

【0004】(b) 可変ビット・レート (VBR)

このサービスは、大量のリソースを必要とする連続ビット・レート (CBR) と帯域幅の予約が行われないサービスとの間の妥協物である。ここでは、事実上、接続の持続可能セル・レート (SCR) 及び上記接続のピーク・セル・レート (PCR) との間に構成される帯域幅が、次のように、トラフィックのバースト性に従って割り当てられる:

- ・ ネットワークにおいてアプリケーションにより作成されるバーストが制限される時、持続可能セル・レート (SCR) に近い帯域幅が予約される。

- ・ アプリケーションによって誘起されたバーストが大きい (大きいかも知れない) 時、ピーク・セル・レートに近い帯域幅が、リンク及びバッファの過負荷、並びにデータ廃棄を回避するために予約される。

【0005】ここで提供されるサービスはパケット又はセルの消失 (セル消失率CLR) が非常に低いことも保証するけれども、転送遅延及びセル遅延の変動がCBRに対するものよりも更に重要である。VBRは、VBR実時間 (ビデオ及びデータRTアプリケーションに対する良好な候補) 及びVBR非実時間 (データ・センシティブなトラフィックに対する良好な候補) において分割可能である。

【0006】(c) 未指定ビット・レート (UBR)

このサービスは全体的には制御されてない。トラフィックはネットワークにおいて送られ、そのネットワークが輻輳していないという条件で伝送される。ネットワークが輻輳している場合、セルは廃棄される。CBR及びVBRと違って、サービスの質は保証され得ない。

【0007】(d) 可用ビット・レート (ABR)

このサービスは、再び、可変ビット・レート (VBR) よりも低い質を提供し、種々のアプリケーションに対して使用可能である。アプリケーションに対して「最悪にケース」の動作を保証するために最小の予約が行われ得るけれども、提供されるサービスの定常状態の動作は、

ネットワークにおいてはほとんどリソースが割り振られないという「非予約済み」タイプのサービスに対応する。輻輳が生じる時、ネットワークを通してトラフィック・リソースが更にデータを送らないようにする。この反作用的なシステムの動作はネットワーク・サイズに直接リンクされる。輻輳情報をソースに返送するための遅延はネットワーク・サイズの関数で増加し、いずれにしても消失を誘起するであろう。この場合、エンド・ユーザはこのデータを再び送ることを決定する。ここでは、遅延も消失も保証され得ない。サービスは、消失を最小にするために受け入れられるだけである。

【0008】これらの種々なサービスはすべて、ほとんどのネットワークにおいて同時に提案され、使用されている。

【0009】B. 帯域幅の最適化

ほとんどの広域ATMネットワーク (大きな国のワールドワイド・ネットワーク) は、ATMバックボーン・ネットワークが種々のATMアクセス・ネットワークの間のコミュニケーションをサポートし得るように構成される。そのようなネットワーク・トポロジは、良好なパフォーマンス及びネットワーク管理の最適化を可能にする。一般的には、バックボーン・ネットワークは公衆ATMネットワークであり、アクセス・ネットワークは私設ATMネットワークである。しかし、バックボーン・ネットワークは、例えば、通信事業者から借り受けた回線を使用する単一の専用ネットワークにおいて使用可能である。リソースがさらに要求される場合、それらのリソースを最適化するために、特に、バックボーン・ネットワークにおける帯域幅を最適化するために、次のような幾つかの解決方法が実現可能であり、それらはすべて、帯域幅の動的な使用可能度を考慮するものである:

【0010】1. データ・トラフィックのためのエンド・ツー・エンド可用ビット・レート仮想チャネル接続 (ABR VCC)

図5に示されるように、この解決方法は、すべてのエンド・システム (ノード1及び8) によるABRサービスをサポートするものと思われる。その利点は、中間のノード (ノード2乃至7) が、ATMフォーラム勧告 (ATMフォーラム技術委員会の「トラフィック管理仕様 (Traffic Management Specification)」、バージョン4.0、April 96、パラグラフ5.10.6、ルール1.a) に準拠するようにATMセルにおける明示的順方向輻輳表示 (EF CI) ビットをセットしなければならないだけであるということである。エンド・システム (ノード1及び8) は、特に次のような最も複雑なプロセスを行う:

- ・ ABRソース動作 (ノード1) は次のものを含む:
- ・ リソース管理セル (RMセル) の生成
- ・ トラフィックにおけるRMセルの挿入

・ RMセルから受け取った輻輳情報に基づくVCC当たりの伝送レートの計算

・ 動的トラフィック整形

・ ABR宛先(ノード8)動作は次のものを含む:

・ 順方向RMセルに応答したソースへのRMセルの返送

・ RMセルにおける輻輳フィールドの設定

・ トラフィックにおけるRMコードの挿入

【0011】中間ノードにおけるサービスの可用ビット・レート(ABR)カテゴリのさらに複雑な実施方法がATMフォーラム、パラグラフ5.10.6、ルール1.cにおいて開示されている。いわゆる「スイッチ動作」は、キュー・ポイントにおける輻輳の制御、特に、輻輳に対する良好な応答のためにRMセルにおける明示的レート(ER)フィールドの修正、従って、低いセル消失を可能にする。

【0012】2. バックボーンにおける可用ビット・レート仮想バス接続(ABR VPC)

図6に示されるように、ABR仮想バス接続(VPC)は、アクセス・ネットワーク(アクセス・ネットワーク1及び2)を相互接続するためにバックボーン・ネットワークにおいて設定される。バックボーン・ネットワークに直接に接続されたアクセス・ネットワークにおけるノード(ノード2及び5)は、これらのABR VPCを使用してVCC(VCC1、VCC3)を搬送する。ATMフォーラム勧告(パラグラフ5.10.9)に準拠するためには、これらのノードは、パラグラフ5.10.4乃至5.10.9に開示されているようなABRソース及び宛先動作を実施する。アクセス・ノード(ノード2及び5)は、更に、それらがサポートする種々の仮想チャンネル接続(VCC1、VCC3)の間のこれらの仮想バス接続(VPC)の帯域幅の公平な共用を提供することができなければならない。

【0013】ABR仮想バス接続(VPC)の確立は、次のように、複数のVCCの集約、従って、バックボーン・ネットワークにおける帯域幅のより良好な管理を可能にする。

【0014】(a) VCCの集約

アクセス・ネットワークにおけるほとんどの仮想チャンネル接続(VCC)は大量の帯域幅を必要としないけれども、バックボーン・ネットワークを介した種々のアクセス・ネットワークの間のトラフィックは、それに関して、大きな帯域幅接続の定義を必要とする。仮想バス接続(VPC)の使用は、帯域幅の利用を最適化するけれども、バックボーン・ネットワーク上に確立されなければならないVCCの数をかなり制限する。一般に、応答時間は減少し、種々のポーリング・プロセスにおける遅延を回避する。アクセス・ネットワークCBRでは、VBR又はABR/UBR仮想チャンネル接続(VCC)が確立されるけれども、バックボーン・ネットワーク

は、通常、ABR又はCBR VPCを必要とする。これらの仮想バス接続は、バックボーン・ネットワークを通して、質の区別なく、如何なるカテゴリのサービスも搬送できなければならない。

【0015】(b) 帯域幅管理

種々の個々のVCC接続の間でVPCの帯域幅を割り振るためにバックボーン/アクセス・ネットワークにおいて使用されるプロセスの質は、たとえ、バックボーン・ネットワーク内で、しかも同じ仮想バス接続(VPC)において、すべてのタイプのトラフィックが混合されるとしても、高優先順位トラフィック(音声又はCBRトラフィック)に対する短い遅延及び低優先順位トラフィック(データ又はABR)のスムージングといったエンド・ツー・エンド・サービスのパフォーマンス全体を決定する。そのトラフィックを制御するためのプロセスの種々な機能は次のようなものである。

・ スムージング: 最大伝送レートを制御して仮想バス接続(VPC)における仮想チャンネル接続(VCC)のトラフィックを送るために、整形機能が使用される。連続したセル相互間の遅延が、その流れの間隔をあけるために導入される。

・ キューイング: その整形機能はトラフィックに、ノードを使用可能なレートよりも低いレートのままにさせておく。これは、そのノードにおいて更なるキューイングを誘起する。良好な実装は消失なくデータを記憶することを可能にする。

・ 帯域幅割り振り: 所与の仮想バス接続(VPC)において、帯域幅が種々のVCC接続の間で割り振られる。種々のVCCのサービスのカテゴリ(CBR、VBR、ABR、UBR等)を考慮して仮想バス接続(VPC)の帯域幅を公平に割り振るためのルールが選択されなければならない。

【0016】可用ビット・レート(ABR)サービス・カテゴリはATMフォーラムの仕様において定義され、効率的な帯域幅利用を提供するけれども、その実装は次の点から見て重要なリソースを必要とする:

・ ABR VPCに沿ってRMセルを管理するための、及び帯域幅を連続的に(マイクロ秒又はミリ秒の単位における期間で)調節するための処理容量。

・ 更なる帯域幅。1デフォルトにつき、32セル毎に1RMセルが生成される。それは、RMセル・トラフィックに対して約3%の更なる帯域幅が使用されるだけであることを表す。

【0017】そこで、リソースを節約するために、ABRサービス・カテゴリよりも、同等の原理(ネットワーク使用可能度の動的帯域幅調節機能)に基づくが更に遅い反応時間(マイクロ秒の代わりに分又は秒)を特徴とする解決方法が選択される。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、パケ

ット又はセル交換ネットワークにおいて、現在のネットワーク・リソース予約に従って連続ビット・レート（CBR）仮想バス接続（VPC）の帯域幅を動的に調節することであり、更に詳しく云えば、音声コールが優先順位を有するバックボーンATMネットワークにおいて、帯域幅調節可能なCBR VPCによって残りの帯域幅をデータ・トラフィックに動的に割り振ることである。その目的は、多数の音声コール、又は、もっと一般的に云えば、交換仮想接続（SVC）が、これらの音声コールがリクエストされない時に帯域幅がデータ・トラフィック又は相手固定接続（PVC）によって使用されることを可能にすると共にそれらが受け入れられることを保証することである。

【0019】

【課題を解決するための手段】本発明は、伝送リンクと相互接続された複数のノードより成るパケット又はセル交換ネットワークにおいて、ソース・ノード及び宛先ノードの間に確立された連続ビット・レート仮想バス接続の帯域幅を動的に調節するためのシステム及び方法に関する。そのネットワークでは、ネットワーク・ノード及び伝送リンクに関する情報へのアクセスを有する帯域幅管理サーバが定義される。このサーバは、仮想バス接続又は仮想チャネル接続がネットワーク上に確立される度に、その接続のために予約された初期帯域幅に関する表示を通知される。サーバは、連続的又は周期的モード時に、帯域幅調節可能な連続ビット・レート仮想バス接続の間の伝送リンク上で使用可能である帯域幅を検出及び共用し、各接続に対して新しい帯域幅を決定する。ソース・ノードは、新しい帯域幅が計算される度に通知され、従って、それは、対応する帯域幅調節可能な連続ビット・レート仮想バス接続の帯域幅を調節する。

【0020】

【発明の実施の形態】A. 非同期転送モード（ATM）非同期転送モード（ATM）は、データ伝送（コンピュータ）及びテレコミュニケーション（電話）の両方に対するテレコミュニケーション（通信事業会社）産業によって開発された新しいテレコミュニケーション・テクノロジーである。これは、高速通信をエンド・ユーザに統合方式で提供するための搬送サービスと考えられる。ATMの主要なキー・コンセプトは次のようになる。

【0021】・セル：すべての情報（音声、イメージ、ビデオ、データ等）が「セル」と呼ばれる非常に短い一定の長さ（48個のデータ・バイト及び5バイト・ヘッダ）のブロックとしてネットワークを介して搬送される。ATMセル・サイズは音声及びデータ要件の間の妥協物として定義された。

・経路指定：パス（「仮想チャネル」VCと呼ばれる）に沿った情報の流れがネットワークを通して一連のポイントとして設定される。セル・ヘッダはセルがその宛先に向かって取るための正しいパスにそのセルをリ

ンクする識別子を含む。特定の仮想チャネルにおけるセルはネットワークを介していつも同じパスを辿り、それらが受け取られ順序で宛先に配送される。

・ハードウェア・ベースの交換：ATMは、簡単なハードウェア・ベースの論理素子が交換を行うべく各ノードにおいて使用されるように設計される。

・アダプテーション：ネットワークの端部において、ユーザ・データ・フレームが分解されてセルになる。音声又はビデオのような連続したデータ・ストリームはアセンブルされてセルになる。ネットワークの宛先側では、ユーザ・データ・フレームが受信セルから再構成され、それらがネットワークに配送された形（データ・フレーク等）でエンド・ユーザに戻される。このアダプテーション機能はネットワークの一部であると考えられるが、ATMアダプテーション層（AAL）と呼ばれる高度の層機能におけるものである。

・エラー制御：ATMセル交換ネットワークは、単にエラーに関してセル・ヘッダをチェックし、エラーのあるセルを廃棄するだけである。

・フロー制御：ATMネットワークは如何なる種類の内部フロー制御も持たない。その代わり、ATMは、ネットワークに配送されるトラフィックのレートを制限する一組の入力レート制御機構を有する。

・輻輳制御：リンク又はノードが輻輳した時にATMネットワークが行うことができる唯一のことは、問題が解決されてしまうまでセルが廃棄されることである。或る（低優先順位の）セルは、それらが輻輳の場合に最初に廃棄されるべきものであるようにマーク可能である。セルが廃棄された時、接続の末端は通知されない。セルの消失を検出し、その消失から回復すること（それが必要であり且つ可能である場合）は、アダプテーション機能又はより高い層のプロトコルにまで及ぶ。

【0022】ATMに関する更なる情報は、1995年10月にIBMインターナショナル・テクニカル・サポート・センタが発行した「非同期転送モード・ボード・バンドISDN技術概要（Asynchronous Transfer Mode Broad band ISDN Technical Overview）」と題した文献（フォーム番号SG24-4625-00）において見ることができる。

【0023】B. ATMネットワークの構造

図1には、ATMネットワークの概念的構造が示される。

・ATMネットワーク：図1は、3つの全く別個のATMネットワーク、即ち、2つの私設ATMネットワーク及び1つの公衆ATMネットワークを示す。私設ATMネットワークは、時には、「顧客宅内ネットワーク」と呼ばれることがある。

・ATM交換機：図1では、4つの「ATM交換機」又は「ATMノード」が示される。これらはATMネットワークによるバックボーン・データ搬送を遂行する。

・ATMエンド・ポイント： ATMエンド・ポイントは、本来の方法でATMネットワークにインターフェースする1台のエンド・ユーザ機器である。エンド

・ポイントは、ATM標準によって定義されたリンク接続を介してATMセルを送信及び受信する。エンド・ポイント（しかも、エンド・ポイントだけ）がATMアダプテーション層（AAL）機能を含む。ATMエンド・ポイントは、ユーザ・ネットワーク・インターフェース（UNI）を介してATMネットワークに接続する。

・ユーザ・ネットワーク・インターフェース（UNI）： UNIは適用可能な標準によって正確に指定される。公衆UNIは、エンド・ユーザ機器を公衆ATMネットワークに接続するためのものである。私設UNIは、単一組織の宅内において使用するためのもの又はPSTNのような通信事業会社からリースされた回線を使用する私設ネットワークのためのものである。

・ネットワーク・ノード・インターフェース（NNI）： これは、2つのネットワーク・ノード（NN）相互間のトランク接続である。NNIは異なるATMノードの接続を可能にする。

・リンク： それらは、ノード相互間の1つ又は複数の物理的リンク接続であってもよい。ノード相互間のリンクは、直接ポイント・ツー・ポイント接続を介するような「クリア・チャンネル」として扱われるが、SONET/SDH接続を介して又はPDH接続を介して扱われてもよい。

・ATMアダプテーション層： ATMネットワークのエンド・ユーザは次のよう2つの種類のものであろう

・ 公衆UNI又は私設UNIを介して直接にATMネットワークにインターフェースするもの

・ ATMに関して何も知らず、非ATMプロトコル（フレーム・リレーのような）を使用してインターフェースするもの

【0024】すべてのタイプのユーザに関して、ATMネットワークに接続するために遂行されなければならない共通のタスクが存在する。その定義では、ATMはこれらの共通タスクに対する処理を含む。これはATMアダプテーション層（AAL）と呼ばれる。AALはATMに対する実エンド・ユーザ・インターフェースである。

【0025】C. 仮想チャネル及び仮想ルート
ATMにおける基本的な概念の1つは、ネットワークを通してデータがどのように経路指定されるかということに関するものである。図2は次のようなこれらの概念を示す。

【0026】・仮想パス： 図2に示されるように、VPはネットワークを通したルートであり、仮想チャネル（VC）のグループを表す。VPは、次のものの間に存在し得る。

・ATMエンド・ポイント（CPN1及びCPN2の

間、並びに、CPN2及びCPN3の間のような）

・ATMノード及びATMエンド・ポイント（NN1及びCPN1の間、NN1及びCPN2の間、並びに、NN2及びCPN3の間のような）

・ATMノード（NN1及びNN2の間のような）

VPはVP番号に対する参照のみによってATMノードを通して経路指定可能であり、或いは、それはATMノードにおいて終了し得る。エンド・ポイントに入るVPはいつもそのエンド・ポイントにおいて終了する。仮想パス（VP）及び仮想パス接続（VPC）の概念は本願の説明では同じであると見なされる。

・仮想チャネル（VC）： 仮想チャネルの概念は、エンド・ユーザ相互間の単一方向の接続としてATMにおいて定義される。

・仮想チャネル接続（VCC）： 仮想チャネル接続はエンド・ツー・エンド接続であり、その接続に沿ってユーザがデータを送る。VCCは単方向であるように定義されるけれども、VCCは、いつもペアで、即ち、各方向において1つのVCCというようなペアで生じること20に注意すべきである。従って、双方向通信チャネルは一对のVCC（ネットワークを介して同じ物理的パスをフォローしなければならない）より成る。VC及びVCCの概念はほとんど同じである。略号VCは一般的な状況において、及びVCCはもっと特殊な方法で、最も頻繁に使用される。

・仮想チャネルリンク（VCL）： 仮想チャネル・リンクはリンク又は仮想パスにおける別々に識別されたデータ・フローである。ネットワークを介した仮想チャネル接続（VCC）は、一連の相互接続された（従属連結された）VCLである。

【0027】図3において、リンクVP及びVCの間の関係が要約される。

・リンク内のVP： 各リンクには、多数のVPが存在する。その最大数は、ATMセル・ヘッダにおけるビット割り振りされた仮想パス識別子（VPI）の割り振られたビットの数によって定義される。

・VP内のVC： 各VPはそれの中に複数のVCを有する。その最大数は、セルヘッダ内の仮想チャネル識別子（VCI）に割り振られたビットの数によって制限さ40れる。

【0028】ATMのアーキテクチャに関する限り、各リンクはすべての可能なVPを持ってもよく、各VPはその中にすべての可能なVCを持ってもよい。

【0029】各仮想接続は、それに関連した所与の「サービスの質（QoS）」特性を有する。このサービスの質は平均的な帯域幅並びに最大ピークの（瞬間的な）許された帯域幅を指定する。深刻な過負荷の状況では、低優先順位としてマークされたセルだけを廃棄することによってネットワークが過負荷から回復することができない時、そのネットワークは、VCにおけるサービス特50

性の質に従ってどのセルを廃棄すべきかを選択することができる。又、VPはそれと関連したサービスの質を有する。VP内のVCはVPよりも低いサービスの質を有するが、それらはもっと高いサービスの質を持つことはできない。

【0030】D. ATMサービス

ATM（非同期転送モード）テクノロジーは、広範な種類のサービス及びアプリケーションをサポートすることを意図するものである。ATMネットワーク・トラフィックの制御は、基本的には、ネットワーク・アプリケーションに対する適切に弁別された質のサービスを提供するというそのネットワークの能力に関連する。ATM仕様は、トラフィック管理及びサービスの質に関連したプロシージャ及びパラメータを定義する。トラフィック管理の主たる役割は、ネットワーク・パフォーマンスの目的を達成するために輻輳からネットワーク及びエンド・システムを保護することである。更なる役割は、ネットワーク・リソースの効率的な使用を促進することである。

【0031】5個のサービス・カテゴリのセットが指定される。ネットワークに与えられたトラフィック及びネットワークに関して必要とされるサービスの質の両方を説明するために、各カテゴリに対して一組のパラメータが与えられる。ネットワークがサービスの質の目的に適合するために利用し得る多数のトラフィック制御機構が定義される。

【0032】1996年4月発行のATMフォーラム「トラフィック管理仕様（Traffic Management Specification）」バージョン4.0に記述されているように、ATM層において提供されるサービスに対するアーキテクチャは次のようなサービス・カテゴリより成る：

- ・ CBR： 一定ビット・レート
- ・ VBR： 実時間／非実時間可変ビット・レート
- ・ UBR： 未指定ビット・レート
- ・ ABR： 可用ビット・レート

【0033】これらのサービス・カテゴリはトラフィック特性及びサービスの質の要件をネットワーク動作に関連付ける。経路指定、接続管理制御（CAC）、及びリソース割り振りのような機能は、一般に、各サービス・カテゴリに対して異なって構造化される。サービス・カテゴリは、実時間（CBR及びRT-VBR）又は非実時間（NRT-VBR、UBR、ABR）であるものとして区別される。実時間トラフィックに関して、2つのカテゴリ、即ち、CBR及び実時間VBRがあり、それらはトラフィック・デスク립タがピーク・セル・レート（PCR）だけを含むか又はPCR及び持続可能なセル・レート（SCR）の両方を含むことによって区別される。すべてのサービス・カテゴリが仮想チャネル接続（VCC）及び仮想バス接続（VPC）の両方に適用する。この説明を通して、用語「接続」はVCC又はVPCのいずれかを指す。

【0034】ATM層のサービスの質（QoS）は、ATM層接続の遂行を特徴とする次のような一組のパラメータによって測定される。

1. ピーク・ツー・ピーク・セル遅延変動（peak to peak CDV）
2. 最大セル転送遅延（maxCTD）
3. セル消失率（CLR）

【0035】これらのサービスの質パラメータは、ATM層におけるエンド・ツー・エンド・ネットワーク・パフォーマンスを定量化する。サービス・パラメータの質がセル・フローに適用する方法によって区別される1つ又は複数のパフォーマンスの定義を、次のようなサービス・カテゴリの各々が有する。

【0036】一定ビット・レート（CBR）サービス

一定ビット・レート・サービス・カテゴリは、接続のライフタイムの間に連続して得られる帯域幅の静的な量をリクエストする接続によって使用される。この帯域幅の量はピーク・セル・レート（PCR）値によって特徴付けられる。CBR機能を介してリソースを予約するユーザまでのネットワークによって行われる基本的なコミットメントは、一旦その接続が確立されると、すべてのセルが関連の適合性試験に適合する時、折衝ATM層のサービスの質がすべてのセルに対して保証されるということである。CBR機能では、ソースが任意の時間に且つ任意の期間の間にピーク・セル・レートでセルを放出することができ、しかもサービスの質は依然として適している。CBRサービスは厳しく抑制された遅延変動を必要とする実時間アプリケーション（例えば、音声、ビデオ、回路エミュレーション）をサポートすることを意図されるが、これらのアプリケーションに限定されない。CBR機能では、ソースは、或る期間の間、セルを折衝ピーク・セル・レートで又はそれ以下で放出することができる（及び、無音であることさえある）。最大セル転送遅延（maxCTD）によって指定された値を超えて遅延したセルは、アプリケーションに対して値を大きく減少していると仮定される。CBRサービス・カテゴリは、VPC（仮想バス接続）及びVCC（仮想チャネル接続）の両方に対して使用可能である。

【0037】実時間可変ビット・レート（RT-VBR）サービス

実時間VBRサービス・カテゴリは、音声及びビデオ・アプリケーションに対して適切であるので、実時間アプリケーション、即ち、厳しく抑制された遅延及び遅延変動を必要とするアプリケーションに対して意図される。RT-VBR接続は、ピーク・セル・レート（PCR）、持続可能セル・レート（SCR）、及び最大バースト・サイズ（MBS）によって特徴付けられる。ソースは、時間と共に変化するレートで伝送することを期待される。同様に、ソースは「バースト性」として説明能

である。maxCTDによって指定された値を超えて遅延するセルは、アプリケーションに対してかなり減少した値のものであると仮定する。実時間VBRサービスは、実時間ソースの統計的マルチプレキシングをサポートすることが可能である。

【0038】・ 非実時間可変ビット・レート (NRT-VBR) サービス

非実時間VBRサービス・カテゴリは、バースト性トラフィック特性を有し、ピーク・セル・レート (PCR)、持続可能セル・レート (SCR)、及び最大バースト・サイズ (MBS) によって特徴付けられる非実時間アプリケーションに対して意図される。トラフィック契約内で転送されるセルに対して、アプリケーションは低いセル消失率を期待する。非実時間VBRサービスは、接続に関する統計的マルチプレキシングをサポートし得る。このサービス・カテゴリと関連した遅延バウンドはない。

【0039】・ 未指定ビット・レート (UBR) サービス

未指定ビット・レート (UBR) サービス・カテゴリは、非実時間アプリケーション、即ち、厳しく抑制された遅延及び遅延変動を必要としないアプリケーションに対して意図される。そのようなアプリケーションの例は、ファイル転送及び電子メールのような伝統的なコンピュータ通信アプリケーションである。UBRサービスはトラフィック関連のサービス保証を指定しない。UBR接続によって経験されるセル消失率 (CLR) に関して、或いはその接続上のセルによって経験されるセル転送遅延 (CTD) に関して数値的なコミットメントは行われない。ネットワークは、ピーク・セル・レートを接続許可制御 (CAC) 及び使用パラメータ制御 (UPC) 機能に適用してもよいし、適用しなくてもよい。ネットワークがピーク・セル・レート (PCR) を強制しない場合、ピーク・セル・レートの値は単に情報を提供するものである。ピーク・セル・レートが強制されない時、これは、ソースが接続のバスに沿った最小の帯域幅制限を見つけることを可能にするので、ピーク・セル・レート (PCR) を折衝させることは依然として有用である。UBRに対する輻輳制御は、エンド・ツー・エンドを基準にして高い層において行われる。UBRサービスは、ATMユーザ・セル・レート情報エレメントにおける最大限の努力インディケータの使用によって表される。

【0040】・ 可用ビット・レート (ABR) サービス

ABRは、ネットワークによって与えられた制限付きATM層転送特性が接続確立の後に変化し得るATM層サービス・カテゴリである。ATM層転送特性の変化に回答してソース・レートを制御するように、フロー制御機構が幾つかのタイプのフィードバックをサポートする。

このフィードバックは、リソース管理セル又はRMセルと呼ばれる特定の制御セルを通してソースに送られる。フィードバックに従ってトラフィックに適應するエンド・システムが低いセル消失率を体験し、ネットワーク特有の割振りポリシーに従って使用可能な帯域幅の公平な共用を得るであろうと云うことが期待される。ABRサービスは、所与の接続に従って体験される遅延のバウンディング又は遅延変動を必要としない。ABRサービスは実時間アプリケーションをサポートすることを意図するものではない。ABR接続の確立時に、エンド・システムは、最大の必要な帯域幅及び最小の使用可能帯域幅の両方をネットワークに対して指定するであろう。これらは、それぞれ、ピーク・セル・レート (PCR) 及び最小セル・レート (MCR) として指定されるであろう。MCRはゼロとして指定されてもよい。ネットワークから得られる帯域幅は変化してもよいが、最小セル・レート (MCR) よりも小さくならないであろう。

【0041】E. 一般的な制御機能

ATMネットワークにおけるトラフィック及び輻輳を管理及び制御するための次のような機能が定義される。これらの機能は、サービス・カテゴリに従って適当な組合せで使用可能である。

【0042】・ 接続許可制御 (CAC) : これは、接続リクエストが受け付け可能であるか又は拒否されるべきであるか (或いは、割振りに対するリクエストが適應され得るかどうかが) を決定するために、コール設定フェーズ中にネットワークによって取られるアクションのセットとして定義される。サービス・カテゴリ、トラフィック契約、及びサービスの質に基づいて、しかも既存の接続に関する同意されたサービスの質を維持するために、ネットワーク全体を通して接続を確立するに十分なリソースが各連続したネットワーク・エレメントにおいて利用可能である時だけ、接続リクエストがCAC機能に基づいて進められる。

・ フィードバック制御 : これは、ネットワークの状態に従ってATM接続上に与えられたトラフィックを調整するためにネットワークによって及びエンド・システムによって取られるアクションのセットとして定義される。

・ 使用パラメータ制御 (UPC) : これは、エンド・システムのアクセス時に、提供されたトラフィック及びATM接続の有効性によって、トラフィックを監視及び制御するためにネットワークによって取られるアクションのセットとして定義される。

・ トラフィック整形 : これは、トラフィック特性に関する所望の修正を得るために使用可能である。トラフィック整形は、サービスの質の目的に適合すると共により良好な効率を得るために、又はその後のインターフェースにおける適合を保証するために、接続におけるセルのストリームのトラフィック特性を変更する機構であ

る。トラフィック整形の例は、ピーク・セル・レートの減少、バースト長の制限、セルを時間的に適当な間隔にすることによるセル遅延変動(CDV)の減少、及びセル・スケジューリング・ポリシーである。

・明示的な順方向輻輳表示(EFCI)：これは、この表示が宛先エンド・システムによって調べられるように、セル・ヘッダにおける切迫した輻輳状態又は輻輳状態においてネットワーク・エレメントによりセット可能である。例えば、エンド・システムはこの表示を使用して、輻輳中に又は切迫した輻輳中に適応性を持って接続のセル・レートを下げるプロトコルを実装する。輻輳状態又は切迫した輻輳状態にないネットワーク・エレメントはこの表示の値を修正しないであろう。切迫した輻輳状態は、ネットワーク・エレメントがその設計された容量レベル付近で動作している時の状態である。

・ABRフロー制御プロトコル：これは、適応性を持って参加ユーザの間の使用可能な帯域幅を共用するために使用可能である。ABRサービスでは、ソースはそれぞれのレートを変更条件に適応させる。帯域幅使用可能度、輻輳の状態、及び切迫した輻輳のようなネットワークの状態に関する情報がリソース管理セル(RMセル)と呼ばれる特別の制御セルを通してソースに送られる。

・その他

【0043】F. 可用ビット・レート・サービス・カテゴリ(ABR)

(a) サービス保証の性質

ABRサービス・カテゴリは、指定された参照動作に従属するエンド・ステーションを持った接続に対して低いセル消失率を提供する。セル転送遅延に関する数値的なコミットメントは行われない。エンド・ポイントが参照動作を監視できなかった場合、セル消失率は保証されない。接続相互間の公平性が仮定され、MCR(最小セル・レート)、ネットワーク・エレメントにおけるローカル・ポリシー、及び潜在的に重要なエラー期間によって修正される。

【0044】(b) 機構

ABRサービスは、本来、閉じたループである。ソースは、ネットワークから受けたフィードバックに基づいて動的なトラフィック整形を行う。この動作は、使用パラメータ制御(UPC)を使用してネットワークにより強制される。最小セル・レート(MCR)が折衝される。MCRが非ゼロである場合、フィードバックが可用セル・レートをMCRよりも下にさせないこと及び低いセル消失率(CLR)が得られることを保証するために、リソースがネットワーク・ノードにおいて予約されることが仮定される。従って、接続許可制御(CAC)がネットワークにおいて提供される。ネットワーク・エレメントにおけるローカル・ポリシーは、ソース動作に従属する接続に対して低いセル消失率(CLR)を得るという目的により公平性及び隔離に寄与する。

【0045】(c) フロー制御モデル

ABRフロー制御は送信エンド・システム(ソース)及び受信エンド・システム(宛先)の間で生じる。ソース及び宛先は双方向性の接続を介して接続される。双方向性のABR接続に対して、各接続終了ポイントはソース及び宛先の両方である。簡単にするために、関連のリソース管理セル(RMセル)フローを持ったソースから宛先への情報のフローだけを考察することにする。順方向はソースから宛先へ方向であり、逆方向は宛先からソースへ方向である。図4に示されるように、ソース(S)から宛先(D)への順方向情報フローに対して、2つのRMセル・フロー、即ち、順方向における1つ及び逆方向における1つより成る制御ループが存在する。ソース(S)は順方向セルを発生し、そのセルは宛先(D)によって方向転換され、逆方向RMセルとしてソースに返送される。これらの逆方向RMセルは、ネットワーク・エレメント(NE)及び/又は宛先によって与えられたフィードバック情報をソースに送り戻す。ネットワーク・エレメント/ノード(NE)は次のように動作し得る：

・RMセルが順方向又は逆方向に進む時、フィードバック制御情報をRMセルに直接に挿入する。

・順方向のセルのデータ・セル・ヘッダにおいてEFCIビットをセットすることによって輻輳に関するソースを間接的に知らせる。この場合、宛先はこの輻輳情報に基づいて逆方向RMセルを更新するであろう。

・逆方向RMセルを発生する。

【0046】G. RMセル・フィールド

リソース管理セルは、更に詳しく言えば、次のようなフィールドを含む、

・ヘッダ：標準のATMヘッダ

・ID：プロトコルIDはRMセルを使用するサービスを識別する。

・メッセージ・タイプ：

・DIR：DIR(方向)フィールドは、RMセルに関連するデータ・フローの方向が順方向であるか又は逆方向であるかを表す。

・BN：BNフィールドは、RMセルが逆方向明示輻輳通知(BECN)セルであるか否かを表す。

・CI：CI(輻輳表示)フィールドは、ネットワークに輻輳があることをネットワーク・エレメントが表すことを可能にする。

・NI：NI(増加なし)フィールドは、ソースがその許容可能なセル・レート(ACR)を増加させないために使用される。

・ER：ER(明示レート)フィールドはソースACR(許容されたセル・レート)を特定の値に制限するために使用される。各RMセルに対して、ERはリクエストされたレート(PCR：ピーク・セル・レート)のよう

な)にソースによってセットされる。それは、その後、バスにおける任意のネットワーク・エレメントによって、そのエレメントが耐えことのできる値まで減少することが可能である。

・CCR: CCR(現セル・レート)フィールドはそれの現在のACRにソースによってセットされる。

・MCR: MCR(最小セル・レート)フィールドは接続の最小セル・レートを保持する。それは、接続相互間で帯域幅を許容する場合、ネットワーク・エレメントに有用であることがある。

【0047】H. バックボーン及びアクセス・ネットワーク

図17は、1つのATMバックボーン・ネットワーク及び複数のATMアクセス・ネットワーク(アクセス・ネットワーク1、2、3、4、5)を含むATMネットワークの概要図である。各ATMアクセス・ネットワークは1つ又は複数のソース・ノード(ノード1)及び/又は1つ又は複数のエンド・ユーザ(ユーザ1、2)に接続された宛先ノード(ノード8)を含む。一般に、ATMアクセス・ネットワークは「顧客宅内ネットワーク」と呼ばれる私設ATMネットワークであり、実際に、それらはビルディング又は学校のようなローカル・エリアに制限されることが非常に多い。しかし、私設のATMネットワークは、ATMノード相互間の搬送波(非ATM)リンクの使用により広範なエリアにわたって分配可能である。ATMバックボーン・ネットワークは、一般には、公衆ATMネットワークであるが、PTTのような通信会社からリースされた回線を使用する私設ATMネットワークの一部であってもよい。

【0048】図9は、本発明に従って、バックボーン・ネットワーク並びにソース及び宛先アクセス・ネットワークを介した仮想バス接続及び仮想チャネル接続の確立を示す。ユーザ1がユーザ2とコミュニケーションすることを望んでいる時:

・ユーザ1からノード2への仮想チャネル接続(VCC1)が確立される。

・バックボーン・ネットワークにおけるアクセス・ノード2及びアクセス・ノード5の間に、仮想バス接続(VPC)が確立される。この仮想バス接続(VPC)は、エンド・ユーザ1のトラフィックを他の幾つかのエンド・ユーザのトラフィック(VCC3等)と共にノード5まで伝送する。

・ノード5では、トラフィックがその宛先に従って区別される。エンド・ユーザ1によって発生されたトラフィックはノード5から仮想チャネル接続VCC2を介してエンド・ユーザ2に伝送される。

【0049】I. 可用ビット・レート仮想バス接続(ABR VPC)

図10は、バックボーン・ネットワークにおいて設定されたABR VPCに関連してRMセルを使用して、A

TMアクセス・ネットワーク及びATMバックボーン・ネットワークがコミュニケーションする方法を示す。

【0050】1. 可用ビット・レート仮想バス接続(ABR VPC)がソース・アクセス・ネットワーク(アクセス・ネットワーク1)のエンド・ノード(ノード2)と宛先アクセス・ネットワーク(アクセス・ネットワーク2)のエンド・ノード(ノード5)との間に設定される。

【0051】2. ABR VPCのオリジナル・ノード(ノード2: ATMアクセス・ネットワークのエンド・ノード)がリソース管理セル(RMセル)を発生し、それらを宛先アクセス・ネットワークの第1ノード(ノード5)に送る。

【0052】3. このアクセス・ノード(ノード5)はRMセルを方向転換し、それらをオリジナル・ノード(ノード2)へ逆方向RMセルとして返送する。ATMバックボーンにおける連続したノードは、ABR VPCに対する利用可能な/許容された帯域幅/レートに関する情報をもってそのRMセルを更新する。そこで、RMセルはそのアクセス・ネットワーク及びバックボーン・ネットワークの間にフロー制御インターフェースを設けるために使用される。

【0053】RMセルが、新しい帯域幅の通知と共にABR VPCのオリジナル・ノード(ノード2)によって受信される場合、ネットワークの新しい使用可能度に従ってトラフィックが調節されるであろう:

・帯域幅の減少が通知される場合、トラフィック・ソースはABR仮想・バス接続(VPC)のオリジナル・ノード(ノード2)におけるセル消失を回避するためにそれらのトラフィックを制限しなければならないであろう。

・帯域幅の増加が通知される場合、トラフィック・ソースは、更に多くのトラフィックを発生することが可能であることを知らされるであろう。

【0054】J. 帯域幅調節可能な連続ビット・レート仮想バス接続(CBR VPC)

図16は、バックボーン・ネットワークにおける伝送リンク上のトラフィックを示す。なお、そのバックボーン・ネットワークでは、音声トラフィック(又は、更に一般的には、SVC、即ち、交換仮想接続)が、アクセス・ネットワークから発生されたデータ・トラフィック(又は、更に一般的には、PVC、即ち、恒久的仮想接続)よりも上の優先順位を有する。更に詳しく云えば、そのバックボーン・ネットワークでは、或る数の音声接続(SVC)の確立が保証され、一方、これらの音声接続がリクエストされない場合、リンク上の残りの帯域幅がデータ・トラフィック(PVC)によって使用されることを可能にする。

【0055】説明を簡単にするために、SVCは音声トラフィックに専用であり、一方、PVCはデータ・トラ

フィックのために使用されるものと見なされた。勿論、これは、SVCコールが恒久的仮想接続(PVC)を介して音声を送送しようとも或いはデータを搬送しようとも、そのSVCコールに優先順位を与えるように汎用化可能である。

【0056】バックボーン・ネットワーク設計は、最小の帯域幅がピーク時間の間データ・トラフィックに対して残されるようなものある考えられる。一旦音声負荷が減少すると、更なる帯域幅がデータ・トラフィック(PVC)に対して表明される。図16は、得られたものに関する図形的な例を示す。更に詳しく云えば、図16は、データ・トラフィックにとって使用可能である帯域幅を示す。この帯域幅は音声トラフィックに従って変化する。

【0057】音声及びデータが混合される伝送リンクにおけるバックボーン・ネットワークでは、使用可能な帯域幅は、所与の期間内に確立及び切断される音声接続(SVC)の数に従って変動する。実際には、バックボーン音声負荷はゆっくりと変動し、音声接続の確立及び切断を連続的に(或いは、Xマイクロ秒毎に又はXミリ秒毎に)追跡する必要はない。10秒毎に帯域幅を適合させることができる遅い機構が十分である。従って、ATMアクセス・ネットワークから発生されたデータ及び音声トラフィックを搬送するATMバックボーン・ネットワークでは、そのバックボーン・ネットワークに連続ビット・レート仮想バス接続(CBR VPC)を形成すること及びバックボーン音声トラフィックに従ってそれらの帯域幅をゆっくり修正することが可能である：

- ・ バックボーン・ネットワークにおける音声トラフィックが増加する場合、データCBR VPCに割り振られた帯域幅は減少するであろう。

- ・ バックボーン・ネットワークにおける音声トラフィックが減少する場合、更なる帯域幅がデータCBR VPCにとって使用可能になるであろう。

【0058】図7は、ノード2及び5がそれぞれノード3及び4を通してバックボーン・ネットワークとインターフェースする2つのアクセス・ノードである場合のそのようなATMネットワークの概要図である。PBX1、2、3、4はバックボーン・ネットワークを直接に(PBX1、2、及び3)又はアクセス・ノードを通して(ノード5を使用するPBX4)アクセスする。トラフィック・ソース(ユーザ1及びユーザ2)は恒久的仮想接続(PVC)を介してATMネットワークに接続され、アクセス・ノード2及び5を使用してバックボーン・ネットワーク上に接続が確立される。ノード2及び5は単一の仮想バス接続(VPC)によって接続され、仮想チャネル接続VCC1及びVCC3のトラフィックがこのVPCを通して搬送される。この例では、CBR VPCはノード2及び3の間、ノード3及び9の間、及びノード4及び5の間のリンクのリソースを使用しよう

とする。ノード3及び9の間のリンクを使用してPBX1及びPBX3の間に音声接続(SVC)を設定する場合、この音声トラフィック(SVC)とノード2及びノード5の間の仮想バス接続(VPC)との間のこのリンクにおいて競合が存在するであろう。音声が高い優先順位を有する場合、新しい音声接続(SVC)の確立を受け入れるために使用可能な帯域幅がいつも存在することを確認することが重要である。これは次のことを意味する：

- ・ リンクにおいて十分な帯域幅が得られない場合のCBR VPC(PVCをサポートする)に割り振られた帯域幅の減少、

- ・ リンクにおける使用可能な帯域幅が多すぎる場合のCBR VPC(PVCをサポートする)に割り振られた帯域幅の増加。

【0059】エンド・ツー・エンド・サービスを提供するためには、各CBR仮想バス接続(VPC)に割り振られた帯域幅を決定するATMバックボーン・ネットワークと、送信エンド・システム(ソース・ノード)からATMバックボーン・ネットワークまでトラフィックを搬送するATMアクセス・ネットワークとの間に良好な「フロー制御」インターフェースを設けることが必要である。所与の仮想バス接続(VPC)に対するバックボーン・ネットワークにおける帯域幅に関する情報が、トラフィック・ソース(ユーザ1)の伝送レートを増加又は減少させるためにバックボーン・ネットワークへのアクセスを有するノード(ノード2及び5)によって使用される。

【0060】a. バックボーン・トポロジ

(1) トポロジ・サービス

トポロジ・サービスは、すべてのバックボーン・ノードにおける論理的及び物理的バックボーン・ネットワークに関する情報(リンク利用情報を含む)を分配及び維持するために使用される。望ましい実施例(IBM社のNBSアーキテクチャ参照)では、情報、特に、帯域幅の利用及び予約が収集され、そして、制御スパンニング・ツリーのために各バックボーン・ネットワーク・ノードに周期的に分配される。各ノードは、ノード、リンク、それらの特性、並びに帯域幅の利用及び割振りに関する情報をそれ自身のトポロジ・データベース(TDB)に記憶する。トポロジ情報は各バックボーン・ノードにおいて複製される。リンク及びノードが追加又は削除される時、又はそれらの特性が変化する時、アルゴリズムが各ノードのトポロジ・データベースの正確さを保証する。

【0061】(2) 制御スパンニング・ツリー

制御スパンニング・ツリーは、ネットワークにおいて物理的に接続されたすべてのノードを結合する論理的構造である。それは、すべてのノードまで行かなければならない情報が非常に素早く且つ効率的に送られることを可能

にする。それは、トポロジ・サービスによって動的に維持される。スパニング・ツリーは次のような理由で使用される：

- ・ リンク利用を含む制御情報を（並列的に）分配するため、及び
- ・ 新しいネットワーク構成或いはリンク／ノード障害を有するノードのトポロジ・データベースを更新するため。

【0062】(3) トポロジ・データベース (TDB) トポロジ・データベースはノード、リンク、それらの特性、及び帯域幅の割振りに関する情報、特に、次のような情報を含む：

- ・ ノード及びリンクの物理的特性のような静的情報を含むネットワークの物理的トポロジ、
- ・ ノード及びリンクの状態
- ・ 現在の帯域幅（使用された、及び予約された）、実時間測定値等のような動的特性を含むリンク使用率。

【0063】ネットワーク、ノード、又はリンクにおける各リソースに、データベースにおけるエントリが関連付けられる。更に詳しく云えば、各リンク・エントリは次のような特性を含む：

- ・ リンクの物理的特性
 - ・ 伝送媒体及び速度
 - ・ サポートされる経路指定モード
 - ・ 最大パケット・サイズ
 - ・ リンク・バッファ容量
 - ・ 伝播遅延
 - ・ サポートされる帯域幅予約
 - ・ その他
- ・ リンク状態
 - ・ オン・ライン（リンクはユーザ接続を受け入れることができる）、
 - ・ 休止（リンクは更なるユーザ接続を受け入れることができないが、既存の接続は継続する）、
 - ・ オフ・ライン（リンクはユーザ接続を受け入れることができず、しかも、既存の接続は取り消される）
 - ・ その他
- ・ リンク使用率
 - ・ 実時間測定
 - ・ 予約済み帯域幅
 - ・ その他

【0064】更に詳しく云えば、トポロジ・データベース (TDB) は、各リンクに対してその全容量を含む。値 C_k は、リンク k において使用可能な合計帯域幅を表す。

【0065】b. バックボーン帯域幅管理サーバ 図18に示されるように、各帯域幅調節可能なCBR VPCの帯域幅を調節するために、バックボーン帯域幅管理サーバ (BBMS) と呼ばれるサーバが定義され

る。バックボーン・ネットワーク全体に対して1つのアクティブ・サーバが存在し（他のサーバはバックアップとして使用可能である）、この集中型サーバはネットワーク・トポロジ及びトラフィック負荷の知識を有する。それは、前述のバックボーン・トポロジ・サービスの結果、この情報を周期的に維持及び更新する。バックボーン帯域幅管理サーバ (BBMS) は、トポロジ・データベースを維持するノードにおけるどれにおいても実装可能である。バックボーン帯域幅管理サーバ (BBMS) のホストになるようにノードを選択するためのプロセスは本発明の技術的範囲外である。例えば、スパニング・ツリーのルートとして既に使用されているノードは、BBMS機能のホストとなるための優良な候補となり得る。もう1つの解決方法は、ネットワーク・ノードのどれか1つからネットワーク・トポロジを検索するためにネットワーク管理サービスを使用するRISC（縮小命令セット・コンピュータ）ステーションのような独立したステーションにおけるバックボーン帯域幅管理サーバ (BBMS) 機能処理することである。

【0066】バックボーン帯域幅管理サーバ (BBMS) は、ネットワーク使用率の最適化を担当する。しかし、バックボーン・ネットワークは帰納的に最適化される。帯域幅調節可能な連続ビット・レート (CBR) 仮想パス接続 (VPC) は、バックボーン帯域幅管理サーバ (BBMS) に関係なく、初期の帯域幅BIによって確立される。それらの帯域幅は、音声トラフィック (SVC) の変動に従って動的に調節される。初期帯域幅BIの値は、ネットワーク・アドミニストレータによって先験的に定義される。バックボーン帯域幅管理サーバ (BBMS) は：

- ・ 恒久的仮想接続 (PVC) の搬送を担当する帯域幅調節可能な連続ビット・レート (CBR) 仮想パス接続 (VPC) に割り振られた帯域幅を減少又は増加させるために、バックボーン・ノードにリクエストを送る。
- ・ 伝送リンク相互間のトラフィックを平衡させるために、及びVP接続相互間の公平性を保証するために、バックボーン・ネットワークにおける帯域幅調節可能なCBR VPCを再経路指定する。

【0067】バックボーン帯域幅管理サーバ (BBMS) は、次のことを行うように接続許可制御 (CAC) からのサービスをリクエストする：

- ・ 初期帯域幅リクエストBIを得る、
- ・ 帯域幅調節可能なCBR VPCの帯域幅を増加／減少させる、
- ・ 帯域幅調節可能なCBR VPCを再経路指定する。

【0068】c. 接続割振りテーブル バックボーン帯域幅管理サーバ (BBMS) 環境では、接続割振りテーブル (CAT) と呼ばれるテーブルが定義される。このテーブルは、バックボーン・ネットワー

クにおいて確立された接続当たりのエン트리 (VPC又はVCC/PVC又はSVC) を含み、各エントリはCBR VPCの帯域幅を調節するために必要なつぎのような情報を含む:

- ・ VPC又はVCC名
- ・ その接続を所有するCACを識別するためのCAC識別子、
- ・ VPC j 又はVCC j に割り振られた初期帯域幅 $B I_j$
- ・ 帯域幅調節可能なCBR VPC j に現在割り振られているマージナル帯域幅 $B M_j$
- ・ その接続が調節可能であるか又は一定であることを識別するためのインディケータ。

【0069】注意:

- ・ この説明では、CBR VPCは調節可能であると考えられ、一方、VCCは一定の帯域幅を有する。しかし、調節可能な接続又は一定の接続を識別するためのインディケータはプロセスの汎用化を可能にする。
- ・ 帯域幅調節可能なCBR VPC j に現在割り振られている帯域幅は初期帯域幅とマージナル帯域幅との和 ($B I_j + B M_j$) に等しい。
- ・ VCC j / SVC j に割り振られた帯域幅は $B I_j$ (一定の帯域幅) に等しい。
- ・ 値 $B I_j$ は接続 j に排他的に関連付けられ、リンクとは無関係である。
- ・ マージナル帯域幅 $B M_j$ は、 $B I_j$ が平均値として見なされる場合、正又は負の値を取ることができる。もう1つの可能性は、 $B I_j$ を最小帯域幅と見なすこと及び $B M_j$ を正の値に限定することである。

【0070】d. リンク割振りテーブル

バックボーン帯域幅管理サーバ (BBMS) 環境では、リンク割振りテーブル ($L A T_k$) と呼ばれる一組のテーブルが、そのバックボーンネットワークにおける各リンク k に対して1つとして定義される。各テーブルは、リンク k において確立された帯域幅調節可能なCBR VPC当たり1つのエントリより成り、各エントリは、このCBR VPCの帯域幅を調節するために必要とされるつぎのような情報を含む:

- ・ CBR VPC名
- ・ リンク k における帯域幅調節可能なCBR VPC j にとって使用可能なマージナル帯域幅 $B M_{j,k}$ 。

【0071】バックボーン帯域幅管理サーバ (BBMS) は次のような情報を維持する:

1. 初期帯域幅リクエスト $B I_j$
新しい接続 (VPC/VCC) が確立される度に、又は既存の接続がバックボーン・ネットワークにおいて切断される度に、接続割振りテーブル (CAT) が初期帯域幅リクエストによって更新される。

・ $B I_j$ は、接続 j の初期帯域幅リクエストである。各リンク k に対して、次のようなパラメータが計算され

る:

- ・ Sum_BI_k は、リンク k を使用する接続 j のすべての初期帯域幅リクエスト $B I_j$ の和である。
- ・ Sum_BI_CBR_k は、リンク k におけるすべての帯域幅調節可能なCBR VPC j に対する初期帯域幅リクエスト $B I_j$ の和である (明らかに、 $\text{Sum_BI_CBR}_k \leq \text{Sum_BI}_k$)。

注意: 更に一般的に云えば、 Sum_BI_CBR_k は、「調節可能な接続」にセットされたインディケータを持ったすべての接続に対して計算される。

【0072】2. バックボーン帯域幅管理サーバ (BBMS) によって現在割り振られているマージナル帯域幅この更なる帯域幅はBBMSにおいてのみ集中化され、維持される。

- ・ $B M_{j,k}$ は、リンク k における帯域幅調節可能なCBR VPC j にとって使用可能なマージナル帯域幅である ($B M_{j,k}$ は、一定の接続に対しては0に等しい)。

・ $B M_j$ は、バックボーン・ネットワークにおける帯域幅調節可能なCBR VPC j に割り振られたマージナル帯域幅である。 $B M_j = \min_k (B M_{j,k})$ = 接続のパスに沿った使用可能な最小マージナル帯域幅。

- ・ Sum_BM_k は、リンク k にとって使用可能なマージナル帯域幅の和である。

【0073】初期リクエスト $B I_j$ に従って所与のリンク k における予約済み帯域幅は Sum_BI_k に等しい。この帯域幅はいつもリンク容量 C_k よりも小さい。接続 j に割り振られた帯域幅は、初期帯域幅リクエスト・プラス・その接続のパスに沿った現在使用可能なマージナル帯域幅の最小値 ($B I_j + \min_k (B M_{j,k})$) に等しい。リンク k における予約済み帯域幅は、 $\text{Sum_BI}_k + \text{Sum_BM}_k$ よりも小さいか又はそれに等しい。

【0074】f. 帯域幅調節

図19は、周期的に更新されたPVC及びSVC予約レベルに従って、連続ビット・レート (CBR) 仮想バス接続 (VPC) の帯域幅を動的に調節するための方法のフローチャートである。

【0075】ステップ1901: 先ず、帯域幅調節可能なCBR仮想バス接続 (VPC) j がバックボーン・ネットワークにおけるオリジン・ノードによって (例えば、図18におけるノード3によって) 確立される。CBR VPC初期帯域幅リクエスト $B I_j$ 、リンクにおける現在の予約レベル、CBRのサービスの質等に従ってルートが選択される。これらのオペレーションは、オリジン・ノードの接続許可制御 (CAC) によって遂行される。CACは、VPCが確立又は切断される度に、バックボーン帯域幅管理サーバ (BBMS) に知らせる。同じオペレーションがSVC/VCCに対して遂行される。唯一の相違点は、接続がBBMSリンク割振り

テーブル (LAT_k) において一定の帯域幅としてマークされるということである。

【0076】ステップ1902: 新しい接続が確立される度に、バックボーン帯域幅管理サーバ (BBMS) が接続割振りテーブル (CAT) を初期帯域幅リクエスト B_{Ij} でもって更新し、リンク割振りテーブルにおけるマージナル帯域幅を値 0 に初期化する。

$$BM_{j,k} = (C_k - \text{Sum_BI}_k) * B_{Ij} / \text{Sum_BI_CBR}_k \quad (1)$$

上式は、(C_k - Sum_BI_k) に等しいリンク k における未割振りの帯域幅の量を決定し、すべての帯域幅調節可能な CBR VPC にこの帯域幅の公平な分担を与える。ここでは、その分担は初期帯域幅リクエスト B_{Ij} に比例する。リンク割振りテーブル (LAT_k) は計算されたマージナル帯域幅 BM_{j,k} でもって更新される。

【0078】ステップ1904: 帯域幅調節可能な CBR VPC に割振り可能であるマージナル帯域幅が、実際には、各リンク k がその接続のパスに沿って受け入れ可能である最小を表す:

$$\text{new_BM}_j = \min_k (BM_{j,k})$$

【0079】ステップ1905: 次のような重要な変化が new_BM_j において観察されるかどうかをテストが決定する。

(new_BM_j - BM_j) の絶対値 > 所与の閾値?

ステップ1906: 肯定応答である場合、バックボーン帯域幅管理サーバ (BBMS) が、帯域幅を新しい帯域幅 (B_{Ij} + BM_j) でもって調節するためにオリジン・ノードの接続許可制御 (CAC) をリクエストする。又、BBMS が、接続割振りテーブル (CAT) を新しい値 BM_j でもって更新する。

ステップ1907: そうでない場合、BM_j の現在の

$$BM_{j,k} = (C'_k - \text{Sum_BI}_k) * B_{Ij} / \text{Sum_BI_CBR}_k \quad (1)$$

但し、C'_k = 実際のリンク容量 - 予測された音声接続 (SVC コール) に対する帯域幅。

・ 帯域幅調節可能な CBR VPC に対して予約された最小帯域幅。この帯域幅は、音声接続 (SVC コール) のためにパス選択プロセスにおいて考慮されるべきものである。

【0083】g. 公平性及び負荷平衡

そのバックグラウンド・プロセスにおいて、しかし、短い周期 (例えば、10分毎) でもって、バックボーン帯域幅管理サーバ (BBMS) がネットワーク予約レベルを監視し、ネットワークが正しく平衡していること又は帯域幅が帯域幅調節可能な CBR 仮想パス接続 (VPC) の間で公平に共用されていることを確認する。その基準は:

・ 現在割り振られている帯域幅と初期帯域幅リクエストとの間の差が大きすぎる:

$$BM_j < \text{所与の負の閾値}$$

その基準に遭遇する場合、帯域幅調節可能な CBR VPC は再経路指定される。

【0077】ステップ1903: そのバックグラウンド・プロセスにおいて、連続又は周期的モード時に、バックボーン帯域幅管理サーバ (BBMS) が、各リンク k に対して、帯域幅調節可能な CBR VPC 及び一定帯域幅接続 (SVC) の予約レベルを監視する。それは、各帯域幅調節可能な CBR VPC に割り振り可能な追加の帯域幅のレベルを決定する:

値は変更されないままである。

【0080】ステップ1908: 接続許可制御 (CAC) が新しい帯域幅の値を BBMS から受け取る。

【0081】ステップ1909: 接続許可制御 (CAC) は帯域幅調節可能な CBR VPC に割り振られた帯域幅を次のステップによって調節する。

ステップ1910: 新しい帯域幅が前の帯域幅よりも小さい場合、帯域幅調節可能な CBR VPC の帯域幅を減少させる。

ステップ1911: 新しい帯域幅が前の帯域幅よりも大きい場合、帯域幅調節可能な CBR VPC の帯域幅を増加させる。

【0082】注意: 式 (1) は極めて単純化されたものであるが、次の点を考慮して改良可能である:

・ バックボーン帯域幅管理サーバ (BBMS) が事後最適化を遂行する前の任意の時間に、少なくとも幾つかの音声接続 (SVC) を確認するためにオーバブッキングに対する保護が受け入れ可能である。この保護は必要とされないことがある。この保護は、それが必要とされる場合、実際のリンク速度/容量よりも低いリンク速度/容量を定義することによって達成される。新しい式は次のようになる:

・ 又は、仮想パス接続相互間の帯域幅割り振りの差が大きすぎる:

$$\max_j ((B_{Ij} + BM_j) / B_{Ij} - \min_j ((B_{Ij} + BM_j) / B_{Ij})) > \text{所与の閾値}$$

但し、所与の閾値は許容度のレベルを定義する。基準が適合する場合、最低の追加帯域幅 BM_j / B_{Ij} を持った帯域幅調節可能な CBR VPC が先ず再経路指定される。何れの場合も、接続許可制御 (CAC) における再経路指定リクエストが新しいパス選択プロセスをトリガし、バックボーン・ネットワークにおける帯域幅割り振りを再最適化する:

・ より良いパスを見つけることができなかった場合、帯域幅調節可能な CBR 仮想パス接続 (VPC) は現在の割り振りのままである。

・ より良いパスを見つけることができた場合、非破壊的パス交換 (NDPS) が新しいパスを利用するために生じる。

【0084】h. 学習曲線

ネットワーク応答時間を改良すること及びすべての音声

接続(SVC)を確認することがピーク時間に受け入れられ、統計が日付と共に記録され、これらの音声接続の動作がシミュレートされる。これは、及び実際に要求が生じる前に、帯域幅管理サーバがSVCリクエストを予測すること帯域幅調節可能なCBR仮想バス接続(VPC)に割り振られた帯域幅を減少させることを可能にする。

【0085】i. CBR VPC帯域幅更新

CBR VPCの帯域幅が変化する時、VPCソース(ノード2)はこの変化を次のように知らされる：

- ・ 例えば、パケット/セル消失レートを観察することによって暗黙的に、又は
- ・ 明示的に。

【0086】後者の場合、仮想バス接続(VPC)が一定ビット・レート(CBR)サービス・カテゴリに対して定義される時、ATM可用ビット・レート(ABR)機構は適応しない。しかし、図18に戻って参照すると、バックボーン・ネットワークの端部におけるノード3は、RMセル(ABR RMセルと同じRMセル、或いは財産権のあるフォーマットを持ったRMセル)をアクセス・ノード2に送ることができる。このRMセルは、バックボーン帯域幅管理サーバ(BBMS)によって割り振られた新しい伝送レート又は新しい帯域幅を帯域幅調節可能なCBR VPCに伝送する。アクセス・ノード2の機能は、少なくとも、新たに割り振られた帯域幅に従って帯域幅調節可能なCBR VPCのシェーバを調節することである。そのうえ、アクセス・ノードは、ATM仮想チャネル接続(VCC)において種々のアクションを取ることができる。例えば、それは次のことができる：

- ・ 或るVCCに対するABR仮想宛先として作用する。
- ・ 或るVCCにおける帯域幅を任意に減少又は増加させる。
- ・ 帯域幅減少の場合、或るVC接続をドロップする。
- ・ 明示的順方向輻輳表示(EFCI)をトリガする。
- ・ その他

【0087】K. ABR VPCインターフェースを持ったCBR VPC

ATMフォーラムにおいて定義されたATM仕様は、如何なる帯域幅調節可能なCBR VPCも定義していない。このサービス・カテゴリは標準ではなく、その実装はバックボーン・ネットワーク・プロバイダに依存する。図7及び図8に示されるように、ATMバックボーン・ネットワークにおいて帯域幅調節可能なCBR VPCを含む構成を次のように考えることが可能である。

【0088】・ アクセス・ネットワーク及びバックボーン・ネットワークの両方とも同じネットワーク・プロバイダによって管理される場合、VPC伝送レートを含む調節情報をバックボーン・ネットワークからアクセス

・ ネットワークに搬送するための特定の(財産権のある)解決方法を定義することは可能である。この場合、財産権のあるRMセル(ATM仕様において定義された或いは定義されていないフォーマットを持った)が、アクセス・ネットワーク及びバックボーン・ネットワークの間(ノード2及びノード3の間)のインターフェースにおいて使用可能である。

注意： これは、ATM仕様がCBR VPCにおけるRMセルを記述していないので「財産権のある」といわれる。

【0089】・ アクセス・ネットワーク及びバックボーン・ネットワークが同じプロバイダによって管理されない場合、更に融通性のある構成が考えられる。この場合、標準的なインターフェースしか使用することができない。1つの解決方法は、バックボーン・ネットワークにおいて確立された財産権のあるCBR VPCに対するこの標準的なインターフェースを設けるために、ノード2及び3の間に可用ビット・レート(ABR)仮想バス接続(VPC)を構成することである。ノード2はABR VPCを見るであろうし、恰もエンド・ツー・エンドABR VPCが設定されたかのように反応する。バックボーン・ネットワークでは、ABR VPCの宛先及び調節可能なABR VPCのソースにおけるノード3がそのABR VPCにおいてCBR VPC帯域幅調節をRMセル更新に変換する役割を果たすであろう。

【0090】図11は、本発明に従って、ABR VPCによってアクセスされたバックボーン・ネットワークにおけるCBR VPCに関連して標準的なRMセルを使用して、ATMアクセス・ネットワーク及びATMバックボーン・ネットワークがコミュニケーションする方法を示す。

【0091】1. 可用ビット・レート仮想バス接続(ABR VPC)がソース・アクセス・ネットワーク(アクセス・ネットワーク1)のエンド・ノード(ノード2)とそれに接続されたバックボーン・ネットワーク(ノード3：バックボーン・アクセス・ノード)との間に設定される。このABR VPCにおけるRMセルは広いタイム・インターバルで発生可能である。それは、ABR VPC帯域幅がCBR VPC帯域幅のゆっくりした変動に従って調節されるためである。

【0092】2. ABR VPCのオリジン・ノード(ノード2：ATMアクセス・ネットワークのエンド・ノード)がリソース管理セル(RMセル)を発生し、それらを、それに接続された第1バックボーン・ノード(ノード3：バックボーン・アクセス・ノード)に送る。

【0093】3. ATMバックボーン・ネットワークのアクセス・ノード(ノード3)が、接続許可制御(CAC)によってCBR VPに割り振られた帯域幅/レートでもってRMセルを更新し、それらを逆方向RMセル

としてABR VPCのオリジン・ノード(ノード2)に返送する。そこで、ABR RMセルはソース・アクセス・ネットワークとバックボーン・ネットワークとの間にフロー制御インターフェースを提供するために使用される。

【0094】RMセルがABR VPCのオリジン・ノード(ノード2)において新しい帯域幅通知と共に受信される場合、トラフィック・ネットワークの新たな使用可能性に従って調節されるであろう。

・ 帯域幅の減少が通知される場合、トラフィック・ソースは、ABR仮想パス接続(VPC)のオリジン・ノード(ノード2)におけるセル消失を回避するためにそれらのトラフィックを制限しなければならないであろう。

・ 帯域幅の増加が通知される場合、トラフィック・ソースは、更に多くのトラフィックを発生することが可能であるということを知られるであろう。

【0095】L. 帯域幅管理

1. 仮想チャネル接続(VCC)

図8に示されるように、可用ビット・レート(ABR)又は帯域幅調節可能な連続ビット・レート(CBR)仮想パス接続(VPC)が、次のような種々のサービス・カテゴリを使用して複数の仮想チャネル接続(VCC)を搬送することができる。

【0096】(a) CBR接続

接続設定時に、その接続のピーク・セル・レート(PCR)値(=平均的レート)に対応する帯域幅がATMアクセス・ネットワークにおける事前選択されたパスに沿って割り振られる。

【0097】(b) ATM又はフレーム・リレー(ATM/FR)固定帯域幅(古典的)接続

接続設定時に、ATMアクセス・ネットワークにおける事前選択されたパスに沿って帯域幅が割り振られる。その割り振られた帯域幅はその接続のすべてのライフの間未変更のままである。

【0098】(c) 帯域幅調節オプションを持った予約済み接続(NBBS: ネットワーキング広帯域サービス接続)

接続設定時に、ATMアクセス・ネットワークにおける事前選択されたパスに沿って帯域幅が割り振られる。その割り振られた帯域幅は初期の平均レートに基づいている。そこで、ポリシーリング・モジュールによって測定されたソースの動作に従って、VCCの帯域幅が調節される(増加又は減少させられる)。接続の初期の平均レートは、通常、その接続のために算定された長期間の平均レートに対応する。最小帯域幅予約が指定可能である。NBBS接続に関する更なる情報は、1995年6月にIBMインターナショナル・テクニカル・サポート・センタが発行した文献番号GG24-4486-00の「ネットワーキング広帯域サービス(NBBS)-アー

キテクチャ・チュートリアル(Networking Broadband Services(NBBS) - Architecture Tutorial)」と題した刊行物においてみることができる。

【0099】(d) フレーム・リレー又はATM非予約済み接続

フレーム・リレー又はATM接続は、全体的に非予約済み(ATMに対する未指定ビット・レートUBR)又は最小帯域幅予約を持った非予約済み(ATMに対するABR)となり得る。これらの接続に割り振られた帯域幅はヌルであるか又は最小セル・レート(ABRに対するMCR)に等しい。

【0100】2. ATMアクセス・ネットワークにおけるエンド・ノード

所与のABR又はCBR仮想パス接続(VPC)における種々のカテゴリの接続の間で帯域幅を共用するという本願の方法は、ATMアクセス・ネットワークのエンド・ノード(ノード2)においてインプリメントされる。上記のエンド・ノードには、所与の出力リンク又は出力リンクのグループを管理する役割を持った「アダプタ」と呼ばれるリソース及びスイッチが存在するものと仮定すると、その方法は、リンクが仮想パス接続(VPC)をサポートすることに責任を持つアダプタにおいてインプリメントされる。一般に、アダプタは次のような3つの部分を含んでいる。

・ データ・トラフィックを処理するための2つの部分(スイッチング/フロー制御機能)、即ち、受信及び送信エレメント。

・ プロセッサ、即ち、望ましい実施例では、トラフィックの放出及び受領を制御する役割を持つ汎用プロセッサに基づく1つの部分。このプロセッサは、アダプタから生じた仮想パス接続(VPC)の制御及び管理に専用の「仮想パス接続

・ マネージャ」(VPCM)と呼ばれるモジュールを含む。それは、アダプタ当たり1つのVPCMが存在するか又はリンク当たり1つのVPCMが存在するかに関するインプリメンテーションの選択である。本実施例では、リンク当たり1つのVPCMが存在するものと仮定する。

【0101】3. 仮想パス接続マネージャ

VPCソース・ノードにおいて、各仮想パス接続マネージャ(VPCM)は、それらが責任を持っているリンク上に確立されたVPCの帯域幅を監視する。これらのVPCの帯域幅情報は更新され、仮想パス接続テーブル(VTCT)と名付けられたテーブルに維持される。リンク当たり1つのこのテーブルは、予約された帯域幅との各接続に対して1つのエントリを含む。VPCMは、リンク上の各サービス・カテゴリ(CBR、VBR、ABR、...)に対して割り振られた帯域幅の合計量も決定する。特定のサービス・カテゴリに対して予約済み合計帯域幅は、上記サービス・カテゴリを使用する各接

統に対して予約された帯域幅の和に等しい。結局、VPCMは、リンクの帯域幅割振りに関連したすべての情報を、トポロジ・データベース(TDB)として知られたテーブルに信号する責任がある。トポロジ・データベースは、リンクの帯域幅割振りにおける大きな変化が生じ、他のすべてのネットワーク・ノードのトポロジ・データベースを更新するためにメッセージがそれらのネットワーク・ノードに送られる度に更新される。

【0102】4. 帯域幅調節

図13は帯域幅調節機構を示し、特に、逆方向RMセルを受信する受信エレメントと、ABR又はCBR仮想バス接続においてトラフィックを送る送信エレメントとの間の所与のアダプタにおける関係を示す。

【0103】ステップ1301: 受信エレメントが、特定のABR(標準的なRMセル)又は調節可能なCBR(財産権のあるRMセル)VPCに関連したRMセルをATMバックボーン・ネットワークから受信し、輻輳表示(CI)、無増加(NI)、及び/又は明示レート(ER)... フィールドから伝送レートを取り出す。

【0104】ステップ1302: CI、NI、ER、... フィールドにおいてRMセルによって搬送されたこの伝送レートが仮想バス接続マネージャ(VPCM)に伝送される。

【0105】ステップ1303: 仮想バス接続マネージャ(VPCM)が対応するVPCに対するシェーパを再初期化し、新しい整形レートを計算し、仮想バス接続テーブル(VPCT)におけるVPCの「割り振られた帯域幅」フィールドを更新する。

【0106】ステップ1304: VPCに新たに割り振られた帯域幅から、このVPC内の各VCCの帯域幅が、VPCTに維持された値に基づいて再評価される。そのプロセスが図15に示される。

【0107】ABR又はCBR仮想バス接続(VPC)の帯域幅が修正される時、仮想バス接続マネージャ(VPCM)は、新しいVPC帯域幅に従って各仮想チャネル接続(VCC)に割り振られた新しい帯域幅を計算する役割を持つ。望ましい実施例では、既存のトラフィックの伝送レートを事前設定の値に制限するために、アダプタの伝送部分に整形機能が与えられる。

【0108】5. 仮想バス接続テーブル

VPCソース・ノードにおいて、各仮想バス接続マネージャ(VPCM)は、それが責任を持つリンク上に確立されたVPCの帯域幅を監視する。更に詳しく言えば、それらは、次のような時にいつも仮想バス接続テーブル(VPCT)を更新する:

- ・ 仮想バス接続(VPC)がバックボーン・ネットワークにおいて確立されるか又は切断される。

- ・ 仮想チャネル接続(VCC)が確立、切断、又は調節される。この場合、対応するVPC(そのVCCを含むもの)の帯域幅の割振り及び利用に関連する情報が更

新される。

- ・ 仮想バス接続(VPC)の帯域幅が調節される(バックボーンから戻された逆方向RMセルの受信時)。

【0109】図14に示されるように、それが責任を持つリンク上に確立された各仮想バス接続(VPC)に対して、仮想バス接続マネージャ(VPCM)は、次のようなパラメータ(値が、例えば、リンク1上にVPC1として与えられる)を、他の情報の間に仮想バス接続テーブル(VPCT)に記憶及び更新する。

A: 予約済みの一定の帯域幅接続によって使用される帯域幅(a及びb、3Mbps)、

B: 予約済みの調節可能な帯域幅接続によって使用される帯域幅(c、25Mbps)、

C: 一定の帯域幅接続に対して予約された帯域幅(a及びb、5Mbps)、

D: 帯域幅調節可能な接続に対して予約された帯域幅(c、43Mbps)

E: 予約済みの接続に割り振られた最小帯域幅予約の和(a、b、及びc、15Mbps)=一定帯域幅接続に割り振られた帯域幅(a及びb)+帯域幅調節可能な接続に割り振られた最小帯域幅予約(c)

F: ABR接続に割り振られた最小帯域幅予約の和(d)(MCRの和: 2Mbps)

G: 使用された合計帯域幅(a、b、c、及びd、50Mbps)

H: 割り振られた合計帯域幅(H=C+D+F=63Mbps)

I: 非予約済み仮想チャネル接続の数(100接続)

【0110】注意: 非予約済み(NR)トラフィックに関して、仮想バス接続マネージャ(VPCM)は可用ビット・レート/フレーム・リレー(ABR/FR)接続がある場合のその最小予約と、このリンクを介して経路指定された非予約済み接続VCCの合計数との和を含む。

【0111】定期的に、又は特定の事象時に、仮想バス接続マネージャ(VPCM)は、サービスの各カテゴリに対する割り振られた帯域幅によって、その責任の下でのリンクのステータスをノードのトポロジ・データベース(TDB)にレポートする。トポロジ・データベース(TDB)は、サービスのカテゴリ及びネットワークにおけるリソースのステータスに基づいて新しい接続に対する最適なバスを選択するために使用される。

【0112】6. 帯域幅割振り及び最適化

図15は次のような帯域幅割振りプロセスのフロー・チャートである。

【0113】ステップ1500: 輻輳インディケータ(CI)フィールド、又は/及び、無増加(NI)フィールド、又は/及び、新しい伝送レートを表す明示レート(ER)フィールド(new_H)と共にRMセルをABR又は帯域幅調節可能なCBR仮想バス接続(VP

C)を受け取る時、仮想バス接続マネージャ(VPCM)は次のように動作する。

【0114】ステップ1501: 新しい帯域幅(new_H)が前に割り振られた帯域幅(H)よりも高いか否かをテストが決定する。

【0115】ステップ1502: 新しい帯域幅(new_H)が前に割り振られた帯域幅(H)よりも高い場合、更なる帯域幅をリクエストする帯域幅調節オプション(c)を持った予約済みVC接続が優先順位に関して満たされるであろう。VPCMは、非予約済みVC接続(d)に対する新たな「非予約済み」伝送レートを計算する前に、これらの予約済みVC接続の完全な調節(タイマによる)を待つ。この伝送レートは、帯域幅調節オプションを持った予約済みVC接続(c)の要件に従って、前のレートよりも高いこと又は低いことがある。予約済みVC接続(c)の調節の後(タイマ満了時)、リンク容量及び実際に使用された帯域幅の間の差に等しい使用可能な帯域幅又は未使用の帯域幅が次のように測定される。

リンク容量 - (A+B)

が測定される。「非予約済み」VC接続(d)が上記これらの最小帯域幅(F)を使用し得る帯域幅は次式に等しい。

リンク容量 - (A+B+F)

そこで、この合計量の帯域幅が、任意のER計算アルゴリズム(例えば、EPRCA、ERICA - ATMフォーラム・トラフィック管理仕様バージョン4.0のインデックス I)に従って「非予約済み」VC接続(d)の間で共用される。

【0116】新しい帯域幅(new_H)が前に割り振られた帯域幅(H)よりも小さい場合、VPCNは次のようになる。

ステップ1503: 新しい帯域幅(new_H)と前に割り振られた帯域幅(H)との間の差(DB)を計算する。

$DB = H - new_H$

【0117】ステップ1504: そのリンク上のすべての接続に対する次式に等しい予約済み帯域幅の合計(C+D+F)がいつも新しい帯域幅(new_H)よりも小さいか否かを検証する:

C(予約済み一定帯域幅VC接続(a, b)に対する予約済み帯域幅)+D(予約済み帯域幅調節可能VC接続(c)に対する予約済み帯域幅)+F(「非予約済み」VC接続(d)(ATM ABR、又はFR非予約済み)

に対する最小予約済み帯域幅)。

【0118】ステップ1505: それが肯定される場合、予約済みVC接続(a, b, c)の帯域幅及び「非予約済み」VC接続(d)の予約可能部分は変更されないままである。接続の非予約済み部分が再び計算され

る。

【0119】ステップ1506: それが否定される場合、「非予約済み」VC接続の非予約済み部分が予約されなければならない(最小予約済み(MCR)に加えて「非予約済み」VC接続に割り振られる帯域幅はない)。

【0120】ステップ1507: 自由にされなければならない更なる帯域幅は次式に等しい:

$DB' = (C+D+F) - new_H$

ここでは、 $C+D+F > new_H$ であるので(ステップ1504)、DB'はいつも0よりも高いことに注意してほしい。これらの接続の間に優先順位を仮定すると、VC接続の予約済み部分に1つの比率が適用されなければならない。調節可能な帯域幅を持った予約済みVC接続がインパクトを受ける。

【0121】ステップ1508: 「E」、即ち、一定値を持った予約済みVC接続(a, b)又は調節可能な帯域幅をもった予約済みVC接続(c)の最小帯域幅の和と、「C+D」、即ち、現在の予約済み帯域幅の和とを仮定すると、VPCMは次のようにVC接続(d)の調節可能な予約済み帯域幅を計算し:

$(C+D-E)$

その結果をDB'と比較する。

【0122】ステップ1509: $(C+D-E) > DB'$ である場合、予約済みVC接続(c)に対する帯域幅は次のようになる:

$new_予約済み帯域幅(i) = (old_予約済み帯域幅(i) - 最小帯域幅予約(i)) * DB' / (C+D-E) + 最小帯域幅予約(i)$

比率Rは次のようになる:

$R = (new_予約済み帯域幅(i) - 最小予約済み帯域幅(i)) / (old_予約済み帯域幅(i) - 最小予約済み帯域幅(i))$

$R = DB' / (C+D-E)$

これは、ソース(ATM/FRアクセス・ノード)が、最小帯域幅予約に加えて予約済みVC接続(c)に割り振られた帯域幅を、この比率から見て修正するために、それらのソースに送られる。新しい接続帯域幅が次のようにアクセス・ノードにおいて計算される:

40 $最小帯域幅予約(i) + R * (old_予約済み帯域幅(i) - 最小帯域幅予約(i))$

【0123】ステップ1510: $(C+D-E) < DB'$ である場合、次のようになる。

$new_予約済み帯域幅(i) = 最小帯域幅予約(i)$ 。

このレベルでは、すべての調節済み帯域幅がそれらの最小値まで減少している:

・ 「非予約済み」VC接続(d)に対する最小予約済みレート(MCR)に加えて非予約済み帯域幅がない。

又は

50

・ 帯域幅調節可能な予約済みVC接続(c)に対する最小帯域幅予約に加えて割り振られた帯域幅がない。

【0124】ステップ1511: 次のステップは、使用されるネットワーク・アーキテクチャに従って、優先順位のレベルに基づいてVC接続を優先使用することより成る。例えば、NBBS(ネットワークング広帯域サービス)アーキテクチャが2つレベルの優先順位(低優先順位及び高優先順位)を提供する。望ましい実施例では、最後のケースが到達しないであろうということ及び、いずれにしても、それが接続の最小レートの賢明な設定によって回避可能であろうということが仮定される。実時間(RT)及び非実時間(NRT)一定帯域幅仮想チャネル接続(VCC)(a, b)に対して、そのような接続を搬送するために必要な帯域幅調節可能な仮想バス接続(VPC)にいつも十分な帯域幅が残されているものと仮定する。

【0125】M. 結論

帯域幅調節可能な連続ビット・レート(CBR)仮想バス接続(VPC)に関連して本発明を説明したけれども、その利用範囲は、すべてのタイプの帯域幅調節可能な仮想バス接続(VPC)に拡大可能である。

【0126】特に、本発明を望ましい実施例に関連して示し、説明したけれども、本発明の精神及び技術的範囲を逸脱することなく、形式及び詳細における種々の変更を行い得ることは明らかであろう。

【0127】まとめとして、本発明の構成に関して以下の事項を開示する。

【0128】(1) 伝送リンクと相互接続された複数のノードを含むパケット又はセル交換ネットワークにおいてソース・ノード(ノード3)及び宛先ノード(ノード4)の間に確立された仮想バス接続、特に、連続ビット・レート(CBR)仮想バス接続の帯域幅を動的に調節するための方法にして、ネットワーク・リソース、特に、特定の伝送リンクの利用及び予約に関する情報へのアクセスを有する帯域幅管理サーバを前記ネットワークにおいて定義するステップと、仮想バス接続(j)又は仮想チャネル接続(j)が該接続(j)に対して予約された初期帯域幅に関する表示と共に前記ネットワーク上に確立される度に前記帯域幅管理サーバに通知するステップと、連続モード又は周期モード時に、伝送リンク上で使用可能な帯域幅を計算し、前記ネットワーク上に確立された帯域幅調節可能な仮想バス接続(j)の間で前記帯域幅を共用し、これらの接続(j)に対する新しい帯域幅を決定するステップと、帯域幅調節可能な仮想バス接続(j)に関して、既に予約された帯域幅とは異なる新しい帯域幅を前記帯域幅管理サーバがいつ計算するかを前記ソース・ノードに通知するステップと、前記帯域幅管理サーバから受け取った前記新しい帯域幅に従って前記帯域幅調節可能な仮想バス接続(j)の帯域幅を調節するステップと、を含むことを特徴とする方法。

(2) 前記帯域幅管理サーバに通知するステップは、前記ソース・ノードにおいて、仮想バス接続(j)又は仮想チャネル接続(j)が確立される度に、確立時に予約された帯域幅に対応する初期帯域幅(BI_j)値を前記帯域幅管理サーバに送るステップと、前記帯域幅管理サーバにおいて、前記初期帯域幅(BI_j)値を受け取るステップとを含み、前記使用可能な帯域幅を計算するステップは、各帯域幅調節可能な仮想バス接続(j)に関して及び前記接続バスに沿った各リンク(k)に関して、使用可能なマージナル帯域幅($BM_{j,k}$)を決定するステップと、各帯域幅調節可能な仮想バス接続(j)に関して、前記接続バスに沿った前記使用可能なマージナル帯域幅の最小値($\min_k(BM_{j,k})$)に等しい新しいマージナル帯域幅(new_BM_j)を決定するステップと、を含み、前記ソース・ノードに通知するステップは、各帯域幅調節可能な仮想バス接続(j)に関して、既に予約された前記マージナル帯域幅(BM_j)よりも大きい又は小さい新しいマージナル帯域幅($new_BM_j = \min_k(BM_{j,k})$)を有する新しい帯域幅($BI_j + BM_j$)を含む帯域幅調節リクエストを前記ソース・ノードに送るステップを含み、前記帯域幅を調節するステップは、前記ソース・ノードにおいて、前記帯域幅調節可能な仮想バス接続(j)に割り振られた新しい帯域幅($BI_j + new_BM_j$)を含む帯域幅調節リクエストを前記帯域幅管理サーバから受け取るステップと、前記新しい帯域幅($BI_j + new_BM_j$)に従って前記帯域幅調節可能な仮想バス接続(j)の帯域幅を調節するステップと、を含む、請求項1に記載の方法。

(3) 前記使用可能なマージナル帯域幅($BM_{j,k}$)を決定するステップは、リンク(k)における現在の又は予測される使用可能な帯域幅を決定するステップと、リンク(k)において確立された帯域幅調節可能な仮想バス接続(j)の間で前記使用可能な帯域幅を前記初期帯域幅(BI_j)に従って共用することによって使用可能なマージナル帯域幅($BM_{j,k}$)を決定するステップと、を含む、請求項1又は請求項2に記載の方法。

(4) 前記新しいマージナル帯域幅(new_BM_j)を帯域幅調節可能な仮想バス接続(j)の現在のマージナル帯域幅(BM_j)と比較するステップと、前記新しいマージナル帯域幅(new_BM_j)と前記現在のマージナル帯域幅(BM_j)との間の差の絶対値が第1の事前定義された閾値を超えない帯域幅調節可能な仮想バス接続(j)に対して予約された現在の帯域幅($BI_j + BM_j$)を維持するステップと、を更に含む、請求項1乃至請求項3のいずれか1つに記載の方法。

(5) 前記ネットワークにおける帯域幅予約を最適化するために、帯域幅調節可能な仮想バス接続(j)の新しいマージナル帯域幅(new_BM_j)をそれらの初期帯域幅(BI_j)と比較するステップと、前記新しいマ

ージナル帯域幅 (new_BM_j) と前記初期帯域幅 (BI_j) との間の差が第2の事前定義された負の値を超える帯域幅調節可能な仮想バス接続 (j) を再経路指定するステップと、を含むことを特徴とする、請求項1乃至請求項4のいずれか1つに記載の方法。

(6) 前記ネットワークの伝送リンクの間で、帯域幅調節可能な仮想バス接続 (j) に対して予約された帯域幅を平衡させるために、各帯域幅調節可能な仮想バス接続 (j) に関して、前記マージナル帯域幅 (BM_j) を前記初期帯域幅 (BI_j) と比較するステップと、前記前記初期帯域幅 (BI_j) との比較において最低のマージナル帯域幅 (BM_j) を有する帯域幅調節可能な仮想バス接続 (j) を再経路指定するステップと、を含むことを特徴とする、請求項1乃至請求項5のいずれか1つに記載の方法。

(7) 前記帯域幅管理サーバは、前記ネットワークにおいて確立された各仮想チャネル接続 (j) 又は仮想バス接続 (j) に対して、前記予約された帯域幅に関する情報を持った接続割振りテーブル (CAT) と、各リンク (k) 上に確立された各帯域幅調節可能な仮想バス接続 (j) に対して、前記リンク (k) 上の使用可能なマージナル帯域幅に関する情報を持った各リンク (k) に特有のリンク割振りテーブル (LAT_k) と、を維持する、請求項1乃至請求項6のいずれか1つに記載の方法。

(8) 前記接続割振りテーブル (CAT) は各仮想バス接続 (j) 又は仮想チャネル接続 (j) に対して、名前と、初期帯域幅 (BI_j) と、前記前記初期帯域幅 (BI_j) に加えて、前記帯域幅調節可能な仮想バス接続 (j) に割り振られた現在のマージナル帯域幅 (BM_j) と、前記接続 (j) が帯域幅調節可能な仮想バス接続であるか否かを識別するためのインディケータと、を含む、請求項1乃至請求項7のいずれか1つに記載の方法。

(9) 前記リンク割振りテーブル (LAT_k) の各々は前記リンク (k) 上に確立された各帯域幅調節可能な仮想バス接続 (j) に関して、名前と、前記リンク (k) 上に確立された帯域幅調節可能な仮想バス接続 (j) に対する前記リンク (k) 上のマージナル帯域幅 (BM_j, k) と、を含む、請求項1乃至請求項8のいずれか1つに記載の方法。

(10) 前記パケット又はセル交換ネットワークはバックボーン・ネットワーク及び複数のアクセス・ネットワークを含み、各ネットワークは複数のノード及び伝送リンクを含み、前記帯域幅調節可能な仮想バス接続はバックボーン・ソース・ノード及びバックボーン宛先ノードの間における前記バックボーン・ネットワーク上に確立される、請求項1乃至請求項9のいずれか1つに記載の方法。

(11) 前記バックボーン・ソース・ノード (ノード

3) 及び前記バックボーン宛先ノード (ノード4) の間における前記バックボーン・ネットワーク上に確立された前記帯域幅調節可能な仮想バス接続をアクセスするためのインターフェースを前記アクセス・ネットワークに提供するための更なるステップを含み、前記アクセス・ネットワークのエンド・ノード (ノード2) と、前記エンド・ノードが接続する前記帯域幅調節可能な仮想バス接続のバックボーン・ソース・ノード (ノード3) との間に更なる帯域幅調節可能な仮想バス接続を確立するステップと、前記エンド・ノード (ノード2) と前記バックボーン・ソース・ノード (ノード3) との間で、前記バックボーン・ネットワークにおいて確立された前記帯域幅調節可能な仮想バス接続の調節された帯域幅を含むリソース管理セル (RMセル) を交換するステップと、前記帯域幅調節可能な仮想バス接続の調節された帯域幅に従って、前記更なる帯域幅調節可能な仮想バス接続の帯域幅を調節するステップと、を含む、請求項10に記載の方法。

(12) 前記パケット又はセル交換ネットワークは非同期転送モード (ATM) ネットワークである、請求項1乃至請求項11のいずれか1つに記載の方法。

(13) 前記更なる帯域幅調節可能な仮想バス接続はATM可用ビット・レート仮想バス接続である、請求項1乃至請求項12のいずれか1つに記載の方法。

(14) 前記パケット又はセル交換ネットワークはフレーム・リレー (FR) ネットワークである、請求項1乃至請求項11のいずれか1つに記載の方法。

(15) 請求項1乃至請求項14のいずれか1つに記載の方法を実行するためのシステム。

(16) 請求項15に記載のシステムを含むバックボーン・ネットワーク。

【図面の簡単な説明】

【図1】 ATMネットワークの概要を示す。

【図2】 ATMネットワークにおける経路指定の概念を示す。

【図3】 ATMネットワークにおけるリンク、VP、及びVCの間の関係を要約した図である。

【図4】 ATMフォーラムに従った宛先ABR制御ループに対するソースの例である。

【図5】 ソース・エンド・システム及び宛先エンド・システムの間でエンド・ツー・エンド可用ビット・レート仮想チャネル接続 (ABR VCC) の確立を示す。

【図6】 バックボーン・ネットワークにおける可用ビット・レート仮想バス接続 (ABR VPC) の確立を示す。

【図7】 バックボーン・ネットワークにおける動的帯域幅割振りを持った連続ビット・レート仮想バス接続 (CBR VPC) の確立を示す。

【図8】 バックボーンネットワークにおいて帯域幅調節可能なCBRをインターフェースするための、アクセス

・ネットワーク及びバックボーン・ネットワークの間のABR仮想パスの確立を示す。

【図9】バックボーン・ネットワーク及びアクセス・ネットワークを通してそれぞれ仮想パス接続及び仮想チャネル接続の確立を示す。

【図10】バックボーン・ネットワーク上に確立されたABR仮想パス(VP)を管理するためにアクセス・ネットワーク及びバックボーン・ネットワークをインターフェースする方法を示す。

【図11】バックボーン・ネットワーク上に設定された 10 CBR仮想パス(VP)を管理するためにアクセス・ネットワーク及びバックボーン・ネットワークをインターフェースする方法を示す。

【図12】ATMバックボーン・ネットワーク上に確立されたABR又はCBR仮想パスによって本発明に従いサポートされる種々のタイプの仮想チャネル接続(VCC)を示す。

【図13】帯域幅調節機構、特に、逆方向RMセルを受信する受信ポート、VPC送信レートを計算する仮想バ

ス接続マネージャ、及び整形されたトラフィックABR又はCBR仮想パス接続(VPC)を介して送る送信ポートの間の所与のアダプタ内での関係を示す。

【図14】仮想パス接続テーブル(VPCT)の概要図である。

【図15】帯域幅整形プロセスのフロー・チャートである。

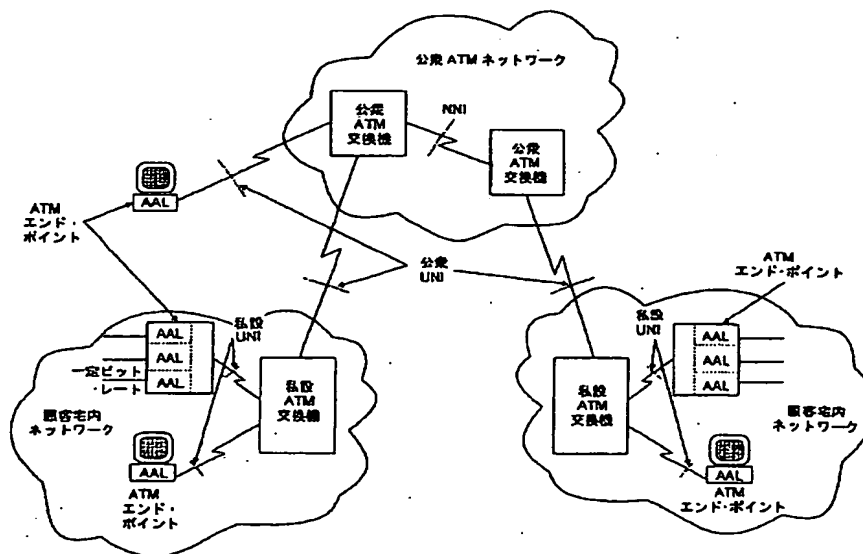
【図16】音声トラフィックの変更に伴うバックボーン・リンクに確立されたABR又はCBR仮想パス接続(VPC)の帯域幅調節を示す。

【図17】複数のアクセス・ネットワークを持ったバックボーン・ネットワークを含むATMネットワークの概要図である。

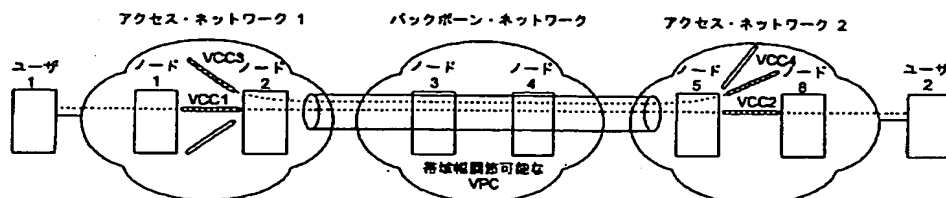
【図18】帯域幅管理サーバによって制御されたバックボーン・ネットワークにおける連続ビット・レート(CBR)仮想パス接続(VPC)を示す。

【図19】連続ビット・レート(CBR)仮想パス接続(VPC)の帯域幅を動的に調節するための方法のフロー・チャートである。

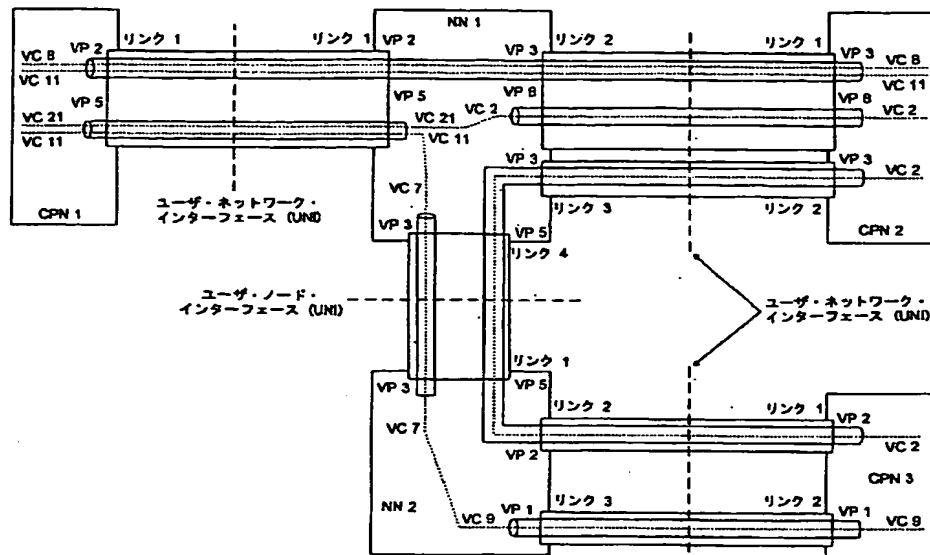
【図1】



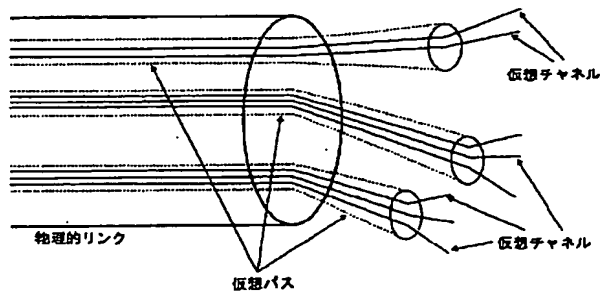
【図9】



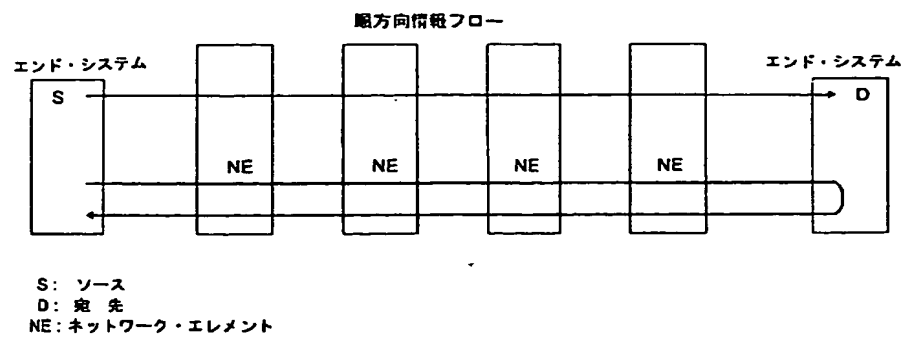
【図2】



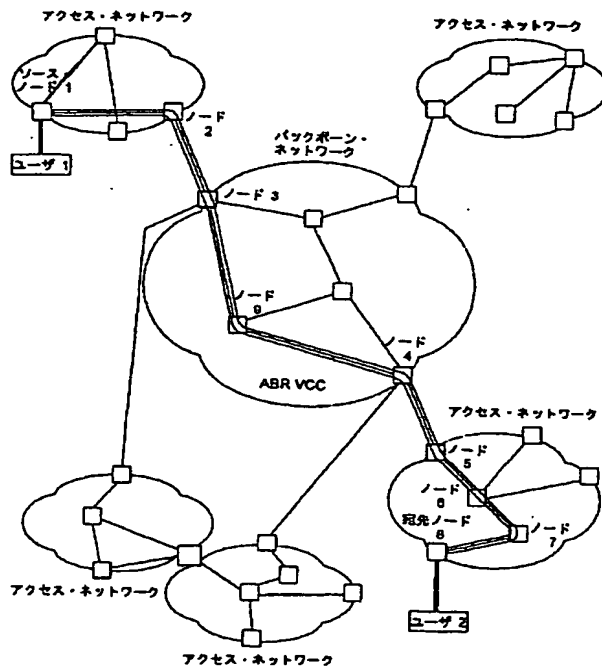
【図3】



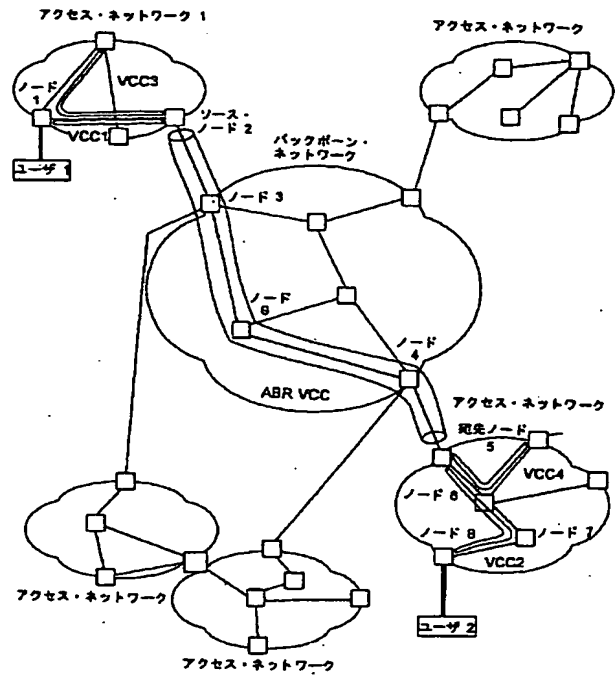
【図4】



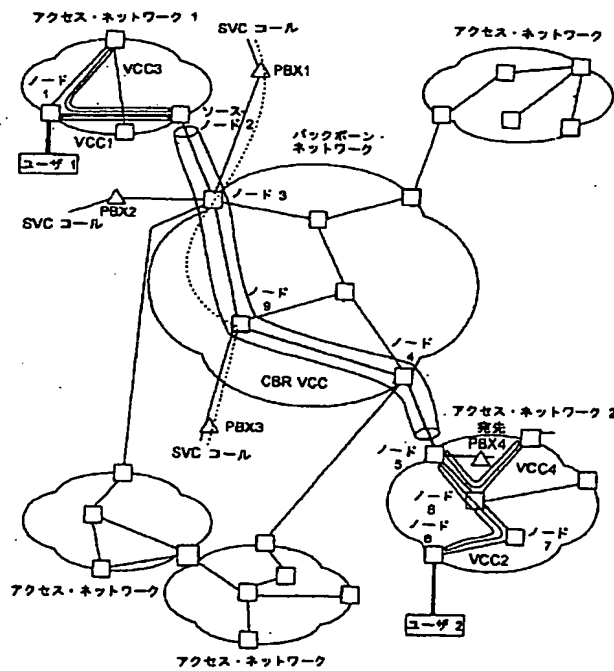
【図5】



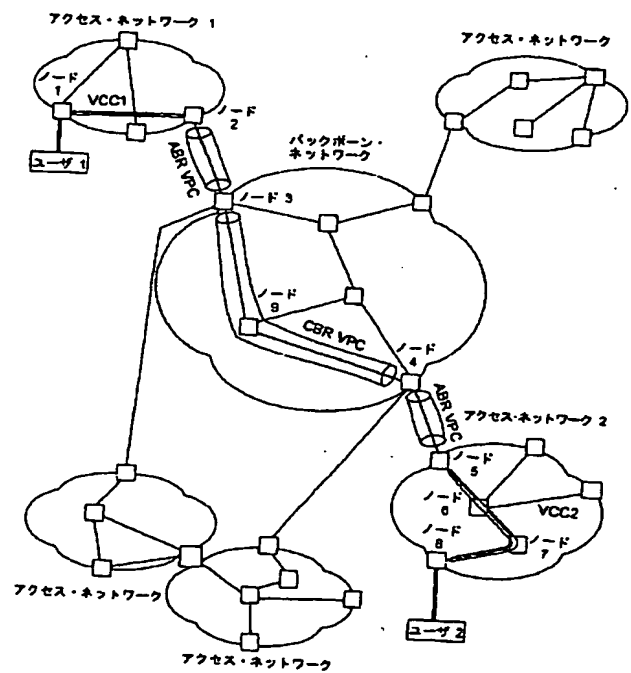
【図6】



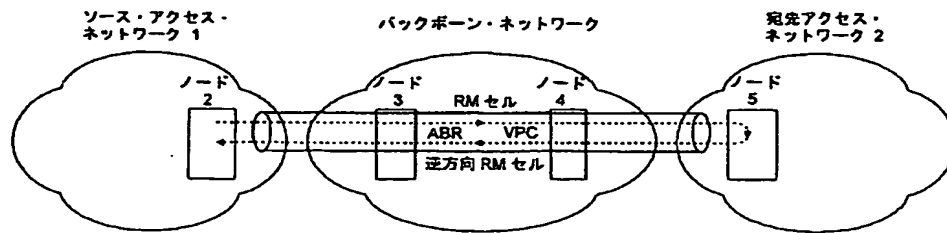
【図7】



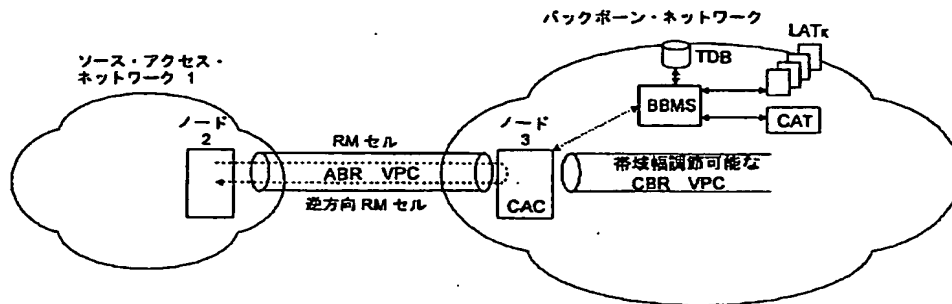
【図8】



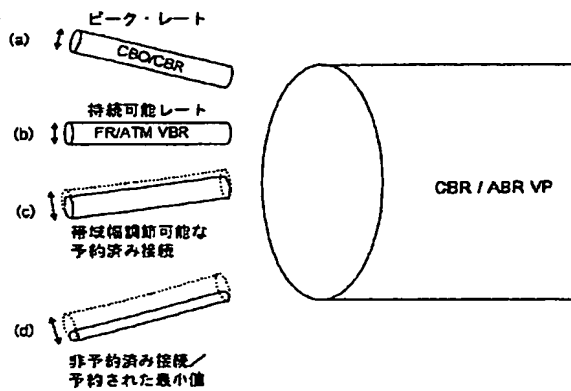
【図10】



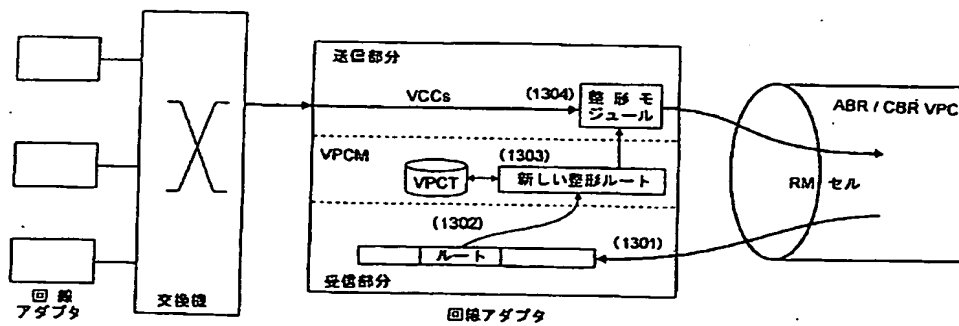
【図11】



【図12】



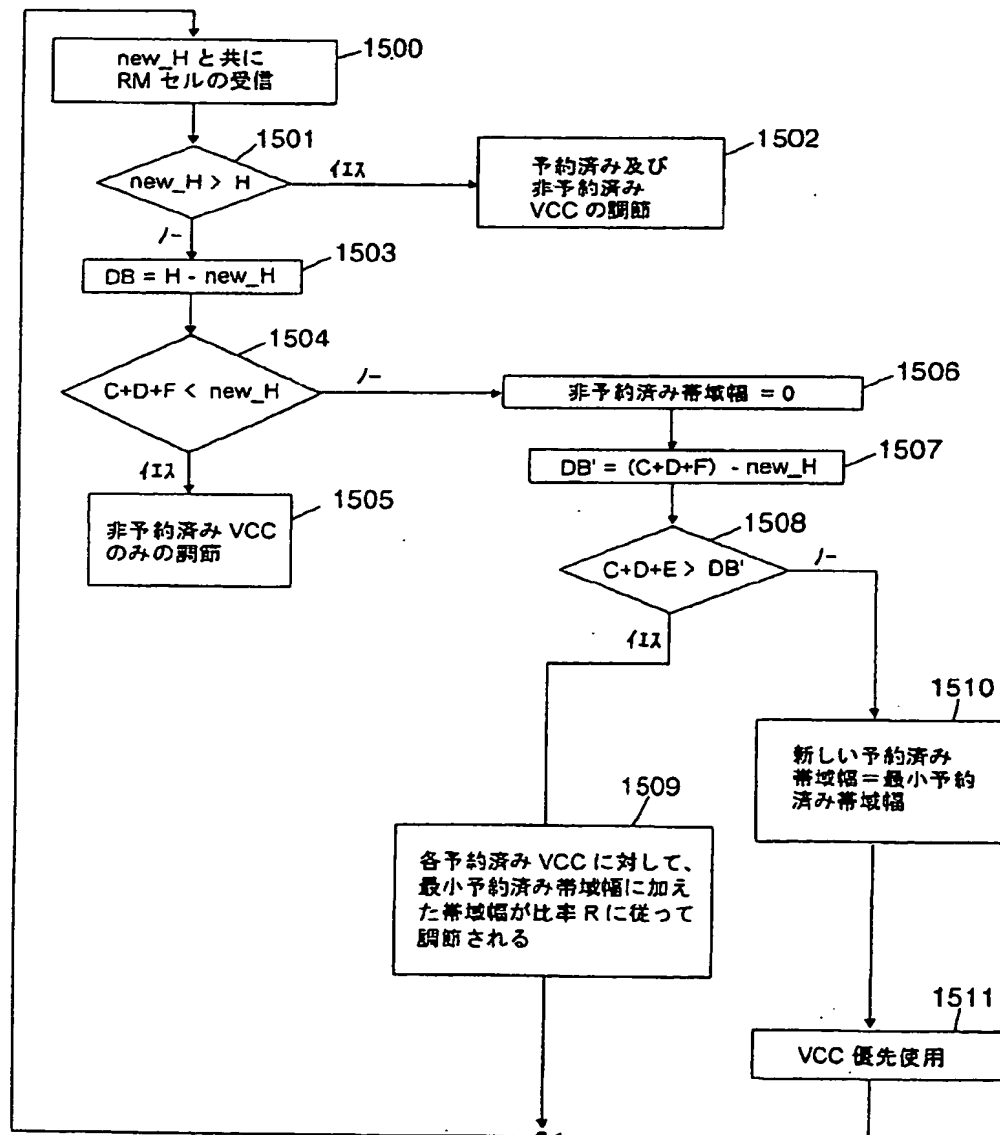
【図13】



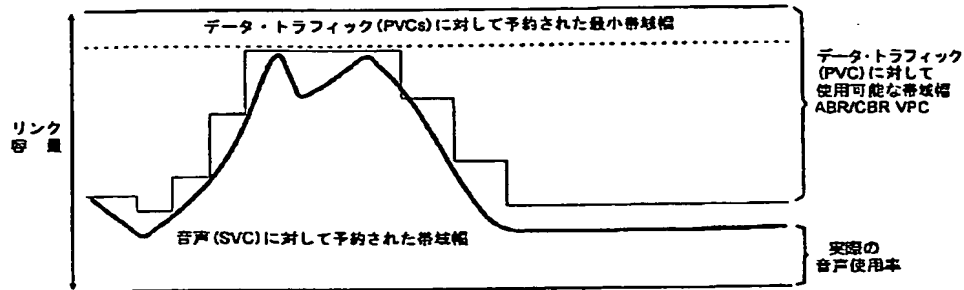
【図14】

| リンク | VPC | 使用された帯域幅 | | 予約された帯域幅 | | 合計最小帯域幅 | | 使用された 合計帯域幅 ⑥ | 非予約済み 接続の数 ⑦ | 割譲られた 合計帯域幅 ⑧ |
|-----|-------|----------|---------|----------|---------|-----------------|------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| | | ④ a+b | ⑤ c | ③ a+b | ② c | ② 予約済み a+b+c | ① 非予約 d | | | |
| | VPC 1 | 3 Mbps | 25 Mbps | 5 Mbps | 43 Mbps | 15 Mbps | 2 Mbps | 50 Mbps | 100 | 63 Mbps |
| | VPC 2 | | | | | | | | | |
| | ⋮ | | | | | | | | | |
| | VPCi | | | | | | | | | |
| | VPC 1 | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

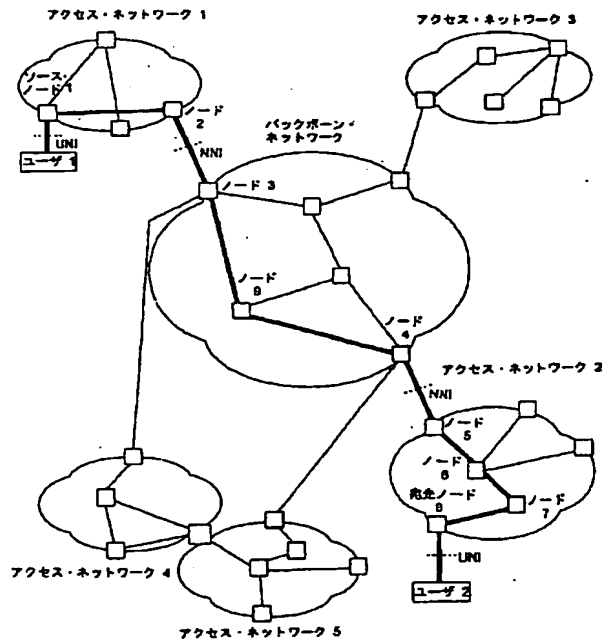
【図15】



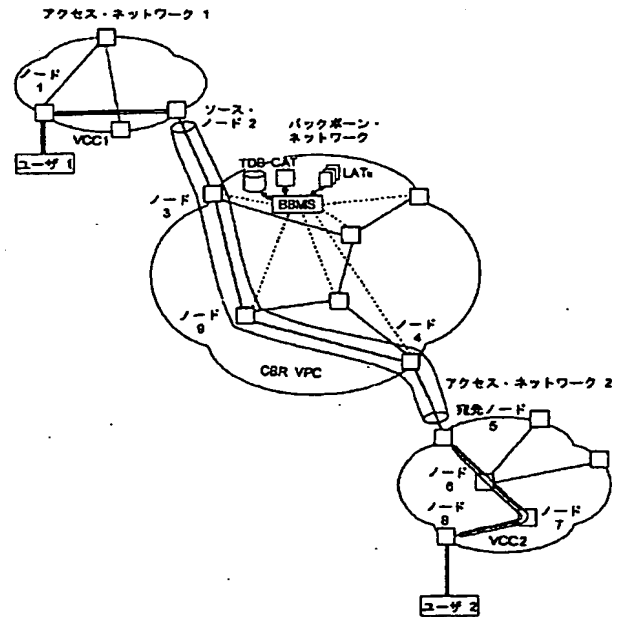
【図16】



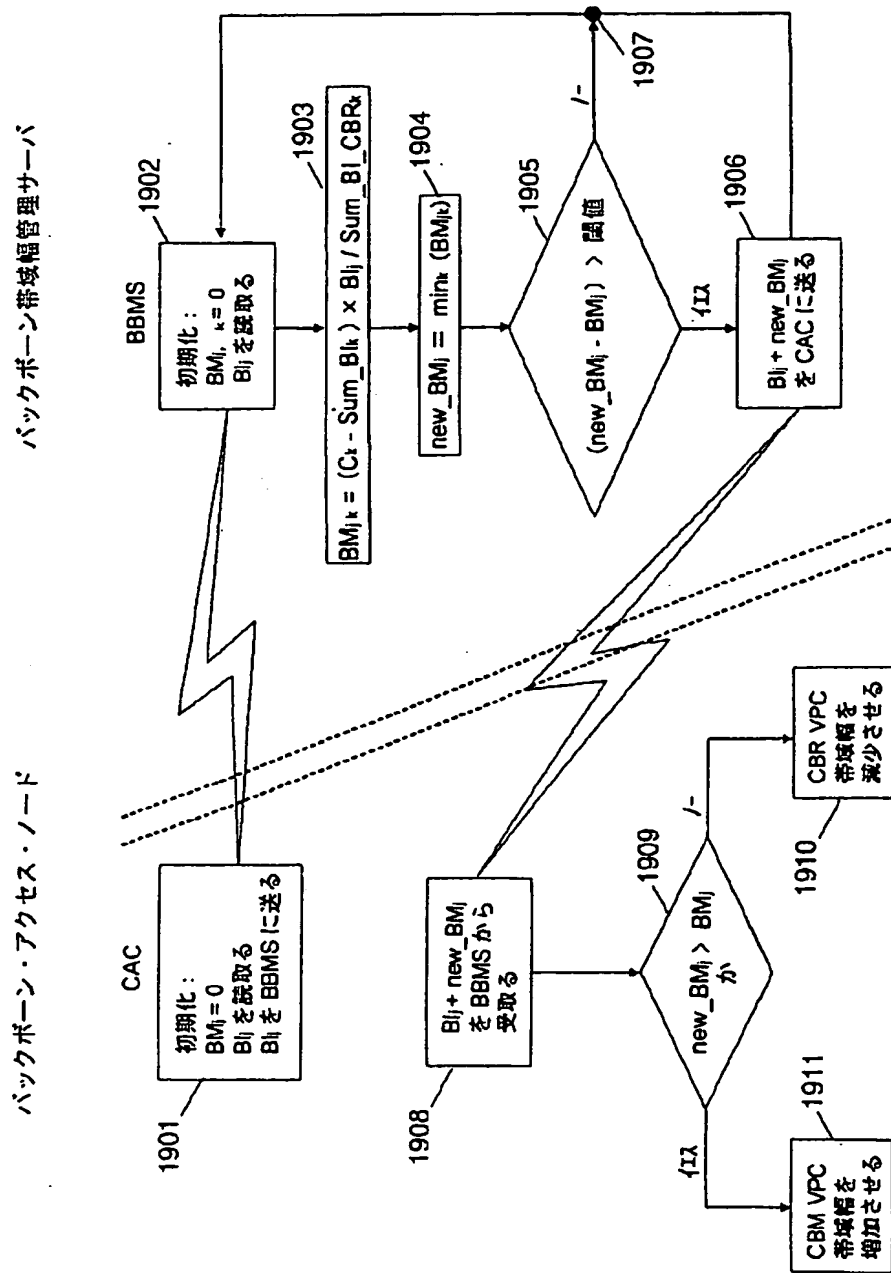
【図17】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

(72)発明者 アレイン・フィシュ
フランス国ラ・コル・シュル・ルー、シュ
マン・デュ・ピュイ・ドゥ・タジエール
150

(72)発明者 クロード・ギャラン
フランス国ラ・コル・シュル・ルー、ルー
ト・ドゥ・サン・ポール 689 ドメー
ヌ・クレセンティア

(72)発明者 ローレン・ニコラス
フランス国ピレヌーブ・ループ、レ・アモ
ォ・デュ・ソレイユ、レ・スピレーエ、ノ
ーンプル・20